

Aus dem Institut für Phytopathologie  
der Justus Liebig-Universität Gießen  
Direktor: Prof. Dr. F. Großmann

---

**Der Einfluß von Larven  
der Gattung Sitona (Col., Curculionidae)  
auf einige Leguminosen**

**INAUGURAL-DISSERTATION**

zur Erlangung des Doktorgrades  
bei der Landwirtschaftlichen Fakultät  
der Justus Liebig-Universität Gießen

eingereicht von  
B. Sc. (agr.) und M. Sc. (econ. Ent.)  
**Sami El-Dessouki**  
aus Kafr El-Sheikh/Ägypten, VAR

Gießen 1970



Aus dem Institut für Physiopathologie  
der Julius-Liebig-Universität Gießen  
Direktor: Prof. Dr. F. Griesbach

Der Einfluss von Linsen  
auf die Wirkung von Strychnin (Kohl, Carl Ludwig)  
auf die Wirkung von Strychnin

Digitized by the Internet Archive  
in 2026



Aus dem Institut für Phytopathologie  
der Justus Liebig-Universität Gießen  
Direktor: Prof. Dr. F. Großmann

---

**Der Einfluß von Larven  
der Gattung Sitona (Col., Curculionidae)  
auf einige Leguminosen**

**INAUGURAL-DISSERTATION**

zur Erlangung des Doktorgrades  
bei der Landwirtschaftlichen Fakultät  
der Justus Liebig-Universität Gießen

eingereicht von  
B. Sc. (agr.) und M. Sc. (econ. Ent.)  
**Sami El-Dessouki**  
aus Kafr El-Sheikh/Ägypten, VAR

Gießen 1970



D e k a n :    Professor Dr. R. Waßmuth

1. Berichterstatter: Professor Dr. W. Stein
2. Berichterstatter: Professor Dr. H. Linser

Tag der mündlichen Prüfung:    10.7.1970

## Inhaltsverzeichnis

### 1. Die Entstehung der Danksagung

- a) Entstehung der Danksagung als literarische Gattung

- b) Entstehung der Danksagung als literarische Gattung

- c) Entstehung der Danksagung

- d) Entstehung der Danksagung

- e) Entstehung der Danksagung

- f) Entstehung der Danksagung

### Meinen lieben Eltern in Dankbarkeit gewidmet

- g) Entstehung der Danksagung

- h) Entstehung der Danksagung

- i) Entstehung der Danksagung

- j) Entstehung der Danksagung

- k) Entstehung der Danksagung

- l) Entstehung der Danksagung

- m) Entstehung der Danksagung

- n) Entstehung der Danksagung

- o) Entstehung der Danksagung

- p) Entstehung der Danksagung

- q) Entstehung der Danksagung

- r) Entstehung der Danksagung

- s) Entstehung der Danksagung

- t) Entstehung der Danksagung

- u) Entstehung der Danksagung

- v) Entstehung der Danksagung

- w) Entstehung der Danksagung

### 2. Danksagung

- x) Entstehung der Danksagung

- y) Entstehung der Danksagung

- z) Entstehung der Danksagung

- aa) Entstehung der Danksagung

- ab) Entstehung der Danksagung



## Inhaltsverzeichnis

|                                                                                                         | <u>Seite</u> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 1. Einleitung und Problemstellung                                                                       | 6            |
| a) Allgemeine morphologische Veränderungen durch tierische Schädlinge                                   | 6            |
| b) Veränderungen in den Pflanzen durch tierischen Befall                                                | 7            |
| 1) Aschegehalt                                                                                          | 7            |
| 2) Kohlenhydratverbindungen                                                                             | 8            |
| 3) Proteingehalt                                                                                        | 8            |
| 4) Fettgehalt                                                                                           | 8            |
| 5) Weitere chemische Veränderungen in den Pflanzen                                                      | 8            |
| 6) Die Veränderungen physiologischer Prozesse                                                           | 9            |
| 2. Material und Methoden                                                                                | 15           |
| 2.1 Material                                                                                            | 15           |
| 2.2 Methoden                                                                                            | 15           |
| 2.2.1 Herkunft und Haltung der Versuchstiere                                                            | 15           |
| 2.2.2 Anzucht der Wirtspflanzen                                                                         | 16           |
| 2.2.3 Infektion der Wirtspflanzen                                                                       | 16           |
| 2.2.4 Beurteilung der <u>Sitona</u> -Einwirkung                                                         | 17           |
| a) Anzahl der Blätter, Blättchen, Blüten, Hülsen und Stengel                                            | 17           |
| b) Blättchenfläche                                                                                      | 17           |
| c) Länge der Stengel                                                                                    | 17           |
| d) Frisch- und Trockengewicht                                                                           | 18           |
| e) Zahl der Bakterienknöllchen                                                                          | 18           |
| f) Stickstoffgehalt                                                                                     | 18           |
| 2.2.5 Statistische Analyse                                                                              | 18           |
| 3. Ergebnisse                                                                                           | 19           |
| 3.1 Beeinflussung von Rotklee ( <u>Trifolium pratense</u> L.) durch Larven von <u>Sitona hispidulus</u> | 19           |
| a) Trocken- und Frischgewicht                                                                           | 19           |
| b) Anzahl der Blätter, Blüten und Stengel                                                               | 22           |
| c) Stengellänge                                                                                         | 24           |

|                                                                                                                          | <u>Seite</u> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| d) Blättchenfläche                                                                                                       | 25           |
| e) Zahl der Bakterienknöllchen                                                                                           | 26           |
| f) Stickstoffgehalt                                                                                                      | 27           |
| 3.2 Die Beeinflussung von Luzerne ( <u>Medicago sativa</u><br>L.) durch Larven von <u>Sitona humeralis</u>               | 28           |
| a) Trocken- und Frischgewicht                                                                                            | 29           |
| b) Anzahl der Blätter, Blüten und Stengel                                                                                | 31           |
| c) Stengellänge                                                                                                          | 33           |
| d) Blättchenfläche                                                                                                       | 34           |
| e) Zahl der Bakterienknöllchen                                                                                           | 35           |
| f) Stickstoffgehalt                                                                                                      | 35           |
| 3.3 Die Beeinflussung von Erbsen ( <u>Pisum sativum</u> L.)<br>durch Larven von <u>Sitona lineatus</u>                   | 37           |
| a) Trocken- und Frischgewicht                                                                                            | 37           |
| b) Anzahl der Blätter, Blättchen, Hülsen und<br>Blüten                                                                   | 39           |
| c) Stengellänge                                                                                                          | 40           |
| d) Blättchenfläche                                                                                                       | 41           |
| e) Zahl der Bakterienknöllchen                                                                                           | 41           |
| f) Stickstoffgehalt                                                                                                      | 43           |
| 3.4 Die Beeinflussung von Ackerbohnen ( <u>Vicia faba</u><br>L.) durch Larven von <u>Sitona lineatus</u>                 | 44           |
| a) Trocken- und Frischgewicht                                                                                            | 44           |
| b) Anzahl der Blätter, Blüten und Hülsen                                                                                 | 46           |
| c) Stengellänge                                                                                                          | 48           |
| d) Blättchenfläche                                                                                                       | 49           |
| e) Zahl der Bakterienknöllchen                                                                                           | 49           |
| f) Stickstoffgehalt                                                                                                      | 51           |
| 3.5 Die Beeinflussung von Gartenbohnen ( <u>Phaseolus</u><br><u>vulgaris</u> L.) durch Larven von <u>Sitona lineatus</u> | 52           |
| 3.6 Die intraspezifische Konkurrenz bei <u>Sitona</u> spp.-<br>Larven                                                    | 52           |

|                                                                                                                   | <u>Seite</u> |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 3.7 Zusammenfassender Vergleich des Einflusses<br>von <u>Sitona</u> -Larven auf die untersuchten Legu-<br>minosen | 56           |
| 4. Diskussion                                                                                                     | 58           |
| 5. Zusammenfassung                                                                                                | 67           |
| 6. Literaturverzeichnis                                                                                           | 71           |

## 1. Einleitung und Problemstellung

Der Befall von Pflanzen durch tierische Schädlinge führt neben der direkten Schädigung durch Fraß oder Saftentzug oft zu einer Reihe von weiteren Veränderungen in und an der Pflanze. Zweifellos liegen über diese Folgeschäden bei Tierbefall noch weniger konkrete Ergebnisse vor als z. B. über jene, die durch Virus-, Bakterien- oder Pilzinfektionen hervorgerufen werden (s. zusammenfassende Angaben bei BARTELS und CRAMER 1966 und MAYER 1965). Ihre Bedeutung dürfte aber bei tierischen Schädlingen keinesfalls geringer sein, so daß es wünschenswert ist, die Kenntnisse über diesen Fragenkomplex zu erweitern.

Zunächst soll hier ein kurzer Überblick über Möglichkeiten einer solchen Veränderung anhand einiger Beispiele aus der Literatur gegeben werden.

### a) Allgemeine morphologische Veränderungen durch tierische Schädlinge

Bei fast jedem Befall durch tierische Schädlinge kommt es zu Veränderungen der Pflanze, die sich äußerlich in Vergilbungen, Nekrosen, Schwärzungen, Verkrüppelungen usw. zeigen. So werden Kartoffeln durch den Befall mit Nematoden ungenießbar. Wenn die Knollen aufgeschnitten werden, zeigen sie wabige Stellen, die mit einer krümeligen Masse ausgefüllt sind. Dieses Schadbild bei Befall durch Ditylenchus destructor hat daher den Namen Alchenkrätze erhalten (Goffart 1951). Lygus-Arten (Hemipteren) können durch ihre Saugtätigkeit Schädigungen an vielen verschiedenen Pflanzen hervorrufen. Dabei können durch Verminderung des Blüten- und Fruchtansatzes, durch Wachstumsstörungen am Sproßteil und bei Blattbefall durch Verkleinerung der Assimilationsfläche Verluste an Getreide, Hackfrüchten, Futterpflanzen, Gemüse-, Heil- und Gewürzpflanzen, Tabak, Zierpflanzen, Obstbäumen, Beerensträuchern, Erdbeeren und Wein auftreten (BECH 1967). Tiefgreifende

Veränderungen der Korngröße des Getreides rufen Schadinsekten wie Weizengallmücken, Fritfliegen und Getreidewanzen hervor. Da in vielen Fällen das Korn noch verfärbt wird, ist auch das Mehl mißfarben und unansehnlich. Fritfliegenbefall führt zu morphologischen Veränderungen des Kornes, das damit für den Schälprozeß ungeeignet wird (KENT 1958).

Diese und viele andere Beispiele demonstrieren zur Genüge die allgemeine Schädigung und die morphologischen Veränderungen der Pflanzen bei einem Befall mit tierischen Schädlingen.

b) Veränderungen in den Pflanzen durch tierischen Befall

Durch Tiere verursachte Schädigungen können auch chemische und physiologische Veränderungen in den befallenen Pflanzen hervorrufen (BARTELS und CRAMER 1966). Diese können nur durch genauere analytische Methoden erfaßt werden. So wird z. B. durch Nematoden in verschiedenen Pflanzen wie Futterrüben, Tabak und Digitalis der Zucker-, Glykosid- und Stickstoffgehalt der Blätter verändert (FRITZSCHE, WOLFFGANG und OPEL 1966, GOFFART 1959, WOLFFGANG und FRITZSCHE 1966 a und b). Ein deutlicher Einfluß von Wurzelgallenälchen (Meloidogyne spp.) auf das Stoffwechselgeschehen bei Tomaten wurde von FRITZSCHE u. a. (1964) ermittelt.

Auch Insekten können durch ihren Befall solche Veränderungen hervorrufen. Obwohl in der Literatur darüber bisher wenig berichtet worden ist, kann man die vorliegenden Ergebnisse unter den folgenden Punkten zusammenfassen:

1) Aschegehalt: Einige Autoren haben festgestellt, daß durch den Befall mit Weizengallmücken, Wanzen und einigen Coleopteren der Aschegehalt verschiedener Pflanzen erhöht wurde (FRITZSCHE und WOLFFGANG 1959, MATHUR und PIENKOWSKI

1967a, MAYER 1965, MILLER und HALTON 1961). Andererseits konnte der Aschegehalt bei Rotklee und Luzerne durch den Befall mit Philaenus spumarius (L.), einer Wanze, reduziert werden (MATHUR und PINKOWSKI 1967b).

2) Kohlenhydratverbindungen: MILLER und HALTON (1961) haben bei einem Befall von Getreide mit Gallmücken (Sitodiplosis mosellana) eine Steigerung des Maltosegehaltes festgestellt. FRITZSCHE und WOLFFGANG (1959) fanden eine Verminderung des Stärke- und Zuckergehaltes bei Weizen durch einen Weizengallmückenbefall. Ebenfalls ist eine Abnahme des Zuckergehaltes in Äpfeln bei einem Befall durch Carpocapsa pomonella bekannt (nach BARTELS und CRAMER 1966).

3) Proteingehalt: MILLER und HALTON (1961) haben gefunden, daß durch Gallmücken befallene Weizenpflanzen wesentlich mehr lösliches Protein enthalten als gesunde. MATHUR und PIENKOWSKI (1967a) haben festgestellt, daß nach Rüsselkäferbefall (Hypera postica) eine Reduktion des Proteingehaltes der Luzernepflanze vorlag. Ähnliche Ergebnisse konnten die Autoren bei Luzernepflanzen nach einem Befall mit der Speichelwanze (Philaenus spumarius (L.)) gewinnen (MATHUR und PIENKOWSKI 1967b).

4) Fettgehalt: Der Fettgehalt der Pflanzen kann auch durch Insektenbefall verändert werden. BRIXHE und GILLER (1961) haben nachgewiesen, daß Baumwollsaamen, die von Hemipteren der Gattungen Dysdercus, Cakidea, Nesara und anderen angestochen wurden, einen geringeren Ölgehalt als unverletzte hatten; außerdem stieg der Säuregehalt des raffinierten Oles. Eine Abnahme des Fettgehaltes von Luzerne und Rotklee haben MATHUR und PIENKOWSKI (1967a und b) bei einem Befall durch Hypera postica (Coleopteren) bzw. Philaenus spumarius (Hemipteren) festgestellt.

5) Weitere chemische Veränderungen in den Pflanzen: Insektenbefall kann einen Rückgang des Vitamin C-Gehaltes

(Ascorbinsäure) in Äpfeln ausüben (nach BARTELS und CRAMER 1966 und MAYER 1965). Insekten rufen aber auch eine Abnahme des Rohfasergehaltes bei Weizen (FRITZSCHE und WOLFFGANG 1959) und bei Luzerne (MATHUR und PIEN-KOWSKI 1967a), eine Steigerung des Gehaltes an  $\alpha$ -Amylase und Protease bei Befall von Weizenkörnern durch Sitodiplosis mosellana (Dipteren) (MILLER und HALTON 1961) hervor.

6) Die Veränderungen physiologischer Prozesse: Physiologische Prozesse können durch Insektenbefall beeinflusst werden. So ist es möglich, daß die Enzymaktivität in den Pflanzen gesteigert wird. In der Arbeit von EL-DESSOUKI und HOSNY (1969) wurde erwähnt, daß die Verfärbung ("Redding") von reifen Baumwollblättern bei einem Befall mit Adulten und Nymphen der Zykaden (Empoasca spp.) als ein Oxydationsprozeß angesehen werden kann, hervorgerufen durch Verletzung der Pflanzenzellen oder durch Toxine im Insektspeichel. FRITZSCHE und WOLFFGANG (1959) haben festgestellt, daß Keimfähigkeit, Keimschnelligkeit, Triebkraft und auch das Tausendkorngewicht von Weizen durch einen Weizengallmückenbefall eine wesentliche Verminderung erfahren. Auch KLOFT (1960) wies nach, daß durch saugende Insekten das physiologische System in den Pflanzen beeinflusst werden kann: Für verschiedene Aphiden konnte festgestellt werden, daß sie sowohl die Wasseraufnahme wie auch die Transpiration besogener Pflanzenteile stören. Die Wasserpermeabilität von Pflanzenzellen wird durch Feuerwanzenspeichel erhöht. Ein Vergleich der osmotischen Werte von Apfeltrieben mit und ohne Befall durch Doralis pomi Deg. (Aphididae) ergab, daß der osmotische Wert bei befallenen Trieben jeweils 1-3 Atm. geringer als bei unbefallenen ist. Über die Photosyntheseleistung hat KLOFT ferner festgestellt, daß durch das Einstechen von Zwiebelläusen die Photosyntheseleistung besogener Blätter stark verringert

wird. Die Atmung wird anfänglich ebenfalls gedrosselt, später aber regelmäßig erhöht. Besonders stark ist die Atmungssteigerung durch parenchymsaugende Aphiden und Cocciden. Hier werden vielfach Respirationserhöhungen von mehr als 100 % an besogenen Gewebepartien gemessen. Die Phosphataseaktivität in den besogenen Blättern und Rindenpartien wird durch verschiedene Pflanzenläuse erhöht (KLOFT 1960).

Aus der angegebenen Übersicht läßt sich schließen, daß die Insekten eine noch größere wirtschaftliche Bedeutung haben können als man meist annimmt.

Zu den Schädlingen, deren Bedeutung bisher zweifellos nur ungenügend bekannt ist, gehören die Rüsselkäfer der Gattung Sitona. Ihr Auftreten an Leguminosen ist in Europa schon seit langer Zeit bekannt, so berichtete ALLARD (nach RYE 1865), daß von 56 zur damaligen Zeit bekannten Sitona-Arten, 23 nur in Europa vorkamen und weitere 24 Arten in Europa sowie in Asien, Afrika oder Amerika gefunden wurden.

Unter mitteleuropäischen Verhältnissen erreichen etwa 8-10 Arten eine höhere Abundanz. Sie sind in Größe und Gestalt sehr ähnlich, unterscheiden sich aber hinsichtlich ihrer ökologischen Ansprüche, ihrer Wirtspflanzenbevorzugung und ihres Verhaltens teilweise erheblich (ANDERSEN 1931, DICKLER 1968, GELLER 1960 u. 1967, HANS 1959 und 1961, MARSHALL und WILBUR 1934, MÜLLER 1963, REZWANI 1970, SCHNELL 1955, STEIN 1967, ZIEMANN 1959 u. a.). So kommen z. B. Sitona lineatus hauptsächlich an Erbsen und Rotklee, S. crinitus an Erbsen und Luzerne, S. puncticollis und S. hispidulus an Rotklee und S. humeralis an Luzerne vor. MÜLLER (1963) wies darauf hin, daß bei gemeinsamen Vorkommen verschiedener Sitona-Arten die interspezifische Konkurrenz während der Ent-

wicklung der Larven eine regulative Funktion ausüben kann, wodurch spezifische Unterschiede in der Vitalität der einzelnen Arten eventuell einen Einfluß auf die Dominanzverhältnisse haben können.

Über die wirtschaftliche Bedeutung von Sitona-Arten gibt es eine Reihe von Beobachtungen. WILDERMUTH (1910) berichtete, daß Sitona puncticollis und S. lineatus bei Erbsen, Bohnen und Klee schon zu totalem Ernteausschlag sowohl in England als auch in anderen Ländern geführt haben. So ist z. B. von 1880 bis 1882 und 1883 die Ernte von Erbsen und Bohnen in verschiedenen Gebieten Englands praktisch ganz vernichtet worden. WILDERMUTH zitierte die Arbeit von BRISCHKE (1876), der einige interessante Beobachtungen über die Vernichtung von Klee durch S. hispidulus in der Nähe von Dirschau (Westpreußen) machte. Er fand, daß die Kleefelder von den Käfern dicht besetzt waren, die Blätter waren dabei stark angefressen worden und die Wurzeln durch Fraß der Larven braun und vertrocknet. Ähnliche Beobachtungen von S. hispidulus-Käfern wurden an Rotklee von vielen anderen Autoren gemacht (JACKSON 1922a, MARSHALL und WILBUR 1934, PHILIPS und DITMON 1962, SCHNELL 1955, STEIN 1967 u. a.). ULASHKEVICH (1935) fand in der Ukraine, daß Erbsen, die durch S. lineatus stark beschädigt worden sind, kurz waren, wenig Hülsen und leichte Samen hatten. LEHMANN (1935) berichtete, daß der linierte Blattrandkäfer unter bestimmten Voraussetzungen vom Frühjahr bis zum Herbst als Käfer mehrmals seine Nährpflanze wechselt und schlagartig an Luzerne, besonders nach der Ernte der Erbsen (Ende Juli) und der Bohnen (Anfang August), schwere Schäden verursachen kann. YAKHONTOV (1935) fand in Zentralasien, daß Sitona callosa Gyll., S. crinitus Hbst., S. cylindricollis Fhs., S. humeralis Steph. und S. longula Gyll. Schäden an Luzerne hervorrufen. GEILER (1960 u. 1964) berichtete in seiner Arbeit, daß Blattrandkäfer der Gattung Sitona

Schäden in allen Leguminosenkulturen anrichten. Er fand auch, daß S. humeralis von den 6 Sitona-Arten, die auf Luzerne vorkommen, mit 88,6 % dominierte. Ähnliche Beobachtungen sind von BONESS 1958, DICKLER 1968, MÜLLER 1963, STEIN 1967 u. a. gemacht worden.

Die Larven aller Sitona-Arten leben im Boden. Die ersten Stadien bohren sich in die Bakterienknöllchen ein und fressen sie aus, so daß später keine Reste von ihnen mehr zu finden sind. In dieser Zeit sind die Larven im Boden meist nicht zu finden (MANGLITZ u. a. 1963, BIRD 1947). Wenn sie ein Knöllchen ausgefressen haben, bohren sie sich hinaus und suchen andere auf. MANGLITZ u. a. 1963 fanden, daß die großen Larven von Sitona cylindricollis mit dem vorderen Teil ihres Körpers in den Knöllchen stecken und fressen. Das Ausfressen der Knöllchen durch die Sitona-Larven erfolgt sehr spezifisch, indem nur die Zellen, die die Bakterien enthalten, gefressen werden. DANTHANARAYANA (1967) schrieb, daß Larven von S. regensteinensis Hbst. nur jene Zellen von Ginsterpflanzenknöllchen fressen, die Bakterien enthalten. Er vermutet, daß dafür der Gehalt dieser Zellen an Leghaemoglobin, dessen Rolle und Funktion noch nicht bekannt sind (RUSSEL 1961), verantwortlich ist. - Darüber hinaus fressen die größeren Larven von S. hispidulus auch zusätzlich an Rotkleewurzeln.

Über die Schädigung der Leguminosen durch den Befall mit Sitona-Larven ist bis jetzt sehr wenig bekannt. Die Angabe der Autoren über das Maß der Schädigung der Leguminosen weichen mehr oder weniger deutlich voneinander ab, deshalb ist anhand der Literatur eine Beurteilung der Schäden nicht möglich. Während einige Autoren die Meinung vertreten, daß S. cylindricollis-Larvenfraß schwachen oder keinen ökonomischen Einfluß auf die Steinkleeplanzen ausüben (nach MANGLITZ u. a. 1963), schrieben MUNRO u. a. (1951) dagegen, daß S. cylindricollis-Larven eine

bemerkbare Reduktion der Größe von Steinkleesämlingen verursachten. PRESCOTT und REEHER (1961) fanden, daß S. lineatus-Larven an Erbsenwurzeln eine beträchtliche Schädigung hervorrufen. Ähnliche Ergebnisse haben FARRAR und ANDERSON (1953) bei S. explicita an Lupinen gehabt. ANDERSEN (1937) erwähnte ganz kurz, daß S. griseus und S. gressorius-Larven an Wurzeln und Wurzelknöllchen der Lupine fressen und dadurch nicht nur die Pflanzen in ihrem Wachstum beeinträchtigen, sondern den Wert der Lupinen als Stickstoffsammler für die Gründüngung mehr oder weniger stark mindern. Andere Autoren haben in ihren Arbeiten erwähnt, daß die Sitona-Larven an Wurzeln und Bakterienknöllchen, die für den Stickstoffgehalt der Leguminosen mit verantwortlich sind, Schäden verursachen, geben jedoch keine konkreten Zahlen an (ANDERSEN 1931, BARANOV 1914, GROSHEIM 1928, KLINKOWSKI u. s. 1968, MANGLITZ u. a. 1963, SAKHAROV 1934 u. a.). Während HERRON (1953) in seiner Arbeit schrieb, daß er S. cylindricollis-Larven nur auf Steinklee und nicht auf Luzerne, Rotklee und Weißklee in USA gefunden hat, berichtete dagegen YAKHONTOV (1935), daß in Zentralasien die S. cylindricollis-Larven, die eine hohe Populationsdichte besaßen, zusammen mit S. callosa, S. crinita und S. humeralis eine starke Schädigung an Luzerneknöllchen (bis zu 87,5 %) hervorgerufen hatten. MÜLLER (1963) beobachtete in Rotklee- und Luzernefeldern, daß zur Hauptentwicklungszeit der Sitona-Larven durchschnittlich 80-90 % der Wurzelknöllchen vernichtet waren. GEORGE (1962) wies nach, daß durch S. lineatus-Larven sowohl die Zahl als auch das Gewicht der Knöllchen von Erbsen in stickstoffarmen und stickstoffreichen Boden reduziert waren. Er fand aber keinen Einfluß der Larven auf die Erbsenernte. LAU und FILMER (1959) konnten feststellen, daß die Hauptschädigung an Rotkleewurzeln durch Sitona-Larven (S. hispidulus und S. flavesces) in New Jersey verursacht worden war.

TURNER (1957) berichtete, daß S. hispidulus große Schädigungen an Luzerne hervorruft, was zu großem Ertragsverlust führen kann.

LEACH u. a. (1961 u. 1963) konnten eine Beziehung zwischen dem Befall mit S. hispidulus-Larven und dem Befall mit bestimmten Pilzen, besonders Fusarium oxysporum, Pyrenochaeta sp., Verticillium spp., Phoma spp. und Rhizoctonia solani feststellen.

Diese widersprüchlichen Beobachtungen und Berichte ließen die Frage immer noch offen, ob die Sitona-Larven einen wirtschaftlich bedeutenden Einfluß auf Leguminosen ausüben, wie er für Käfer nachgewiesen ist. Das Ziel der vorliegenden Arbeit war es, dieses Problem näher zu beleuchten. Es wurde dazu der Einfluß der Larven von Sitona spp. auf das Wachstum verschiedener Pflanzenteile, auf den Ertrag und auf den Stickstoffgehalt in den verschiedenen Teilen von Leguminosenpflanzen unter Gewächshausbedingungen untersucht.

## 2. Material und Methoden

### 2.1 Material

Um den Einfluß von Sitona-Arten auf Leguminosen festzustellen, wurden 5 Pflanzen ausgesucht, die sich einerseits gut in Töpfen halten lassen, zum anderen aber auch als Wirtspflanzen von Sitona-Arten bekannt sind (ANDERSEN 1931, GEORGE 1962, HANS 1959, MARKKULA und KÖPPA 1960, MARSHALL 1934, SCHNELL 1955, STEIN 1967, ZIEMANN 1959 u.a.).

In der folgenden Aufstellung sind diese Pflanzen zusammen mit den Sitona-Arten in der Kombination genannt, wie sie in diesen Untersuchungen verwendet wurde:

| <u>Wirtspflanze</u>                                              | <u>Schädling</u>               |
|------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
| Rotklee ( <u>Trifolium pratense</u> L.)                          | <u>Sitona hispidulus</u> (F.)  |
| Luzerne ( <u>Medicago sativa</u> L.)                             | <u>Sitona humeralis</u> Steph. |
| Erbsen ( <u>Pisum sativum</u> L.)<br>(Kleine Rheinländerin)      | <u>Sitona lineatus</u> L.      |
| Ackerbohnen ( <u>Vicia faba</u> L.)<br>(Schladener Kleine)       | <u>Sitona lineatus</u> L.      |
| Gartenbohnen ( <u>Phaseolus vulgaris</u> L.)<br>(Haubners Frühe) | <u>Sitona lineatus</u> L.      |

### 2.2 Methoden

#### 2.2.1 Herkunft und Haltung der Versuchstiere

Die Käfer wurden im Freiland in der Umgebung von Giessen an ihren Hauptwirtspflanzen gefangen. Im Laboratorium wurden die Käfer artenmäßig sortiert und in Petrischalen gehalten, die einen Durchmesser von 9 cm hatten und aus Glas oder Plastik waren. Die Käfer wurden je nach Art mit frischen Blättern von Erbsen, Rotklee und Luzerne gefüttert. Diese Blätter wurden in ein mit Wasser gefüll-

tes und mit Plastilin abgedichtetes Glasröhrchen gesteckt. Das Futter wurde alle 3 Tage gewechselt.

### 2.2.2 Anzucht der Wirtspflanzen

Um einheitliches Pflanzenmaterial für die Untersuchungen zu haben, wurden mehr Versuchspflanzen angezogen (stets 1 Pflanze je Topf), als für die eigentlichen Versuche nötig waren. Aus diesem großen Ausgangsmaterial wurden Pflanzen gleicher Wuchseigenschaften ausgewählt. Für die Versuche wurden Plastik- und Tontöpfe (14 cm Durchmesser) verwendet. Diese waren mit Erde (Sand + Torf + Komposterde im Verhältnis 1 : 2 : 8) gefüllt, die mit Methylbromid begast war.

Luzerne und Rotklee waren bei der Infektion mit Eiern etwa 3 Monate, Erbsen, Ackerbohnen und Gartenbohnen zu diesem Zeitpunkt 3 Wochen alt, so daß die Bakterienknöllchen entwickelt waren. Die Luzerne- und Rotkleeversuchspflanzen wurden bei Beginn des Versuches einheitlich auf etwa 5 cm zurückgeschnitten. Alle Versuche wurden im Gewächshaus durchgeführt.

### 2.2.3 Infektion der Wirtspflanzen

Die in den Petrischalen abgelegten Eier wurden in kleinen Plastikdosen ( $\varnothing$  4 cm, Höhe 1,5 cm) auf feuchtem Filterpapier bei Zimmertemperatur etwa 7-8 Tage gehalten. Die Infektion der Wirtspflanzen erfolgte nur mit schwarzen, d. h. befruchteten und entwicklungsfähigen (SCHERF 1960), nicht deformierten Eiern, in der Weise, daß die Erde nahe der Basis etwa 2 cm tief fortgenommen wurde, die gewünschte Eizahl mit Hilfe einer Spritzflasche in diese Vertiefung eingespült und dann die Erde wieder locker darüber geschichtet wurde.

Die Zahl der Eier pro Pflanze war unterschiedlich und ist in den einzelnen Versuchen jeweils angegeben.

In Vorversuchen hatte es sich gezeigt, daß aus diesen verwendeten Eiern die Larven zu über 90 % ausschlüpfen. Praktisch kann somit die Eizahl mit der Ausgangsdichte der Larven gleichgesetzt werden. In einigen Fällen mußte später die Zahl der Larven ermittelt werden. Hierfür wurde die trockene Erde zerkleinert und durch 3 Siebe (Maschenweite 4, 2 und 0,25 mm) gegeben.

#### 2.2.4 Beurteilung der Sitona-Einwirkung

Um den Einfluß der Rüsselkäferlarven auf die Wirtspflanzen möglichst genau zu erfassen, wurden folgende Eigenschaften der Pflanzen ermittelt:

- a) Anzahl der Blätter, Blättchen, Blüten, Hülsen und Stengel: Die Ausbildung dieser Pflanzenteile wurde 4 Wochen bei Erbsen, Gartenbohnen und 6 Wochen bei Luzerne, Rotklee und Ackerbohnen nach Zugabe der Eier bonitiert. Bei der Zahl der Stengel von Luzerne und Rotklee wurden nur die Stengel gewertet, die länger als 7 cm waren.
- b) Blättchenfläche: Zur Ermittlung dieser Größe wurden verschiedene Muster von Blättchengrößen auf Millimeterpapier gezeichnet und planimetriert. Mit diesen wurden dann die Blättchen der Versuchspflanzen verglichen. Die Mittelwerte pro Pflanze wurden aus 100 und 50 Blättchen bei Luzerne bzw. Rotklee und aus allen Blättchen bei Erbsen und Ackerbohnen gerechnet.
- c) Länge der Stengel: Es wurde bei allen Versuchspflanzen die Stengellänge gemessen. Bei den Pflanzen, die mehrere Stengel haben (Rotklee und Luzerne) wurden nur die mit mehr als 7 cm gemessen. Für jede Pflanze wurde der Durchschnitt ermittelt.

d) Frisch- und Trockengewicht: Die oberirdischen Teile der Versuchspflanzen wurden abgeschnitten und sofort das Frischgewicht ermittelt. Die Trocknung erfolgte dann 24 h lang bei  $105^{\circ}\text{C}$ .

e) Zahl der Bakterienknöllchen: Um die Bakterienknöllchen auszählen zu können, wurde die trockene Erde zerkleinert und durch drei Siebe mit verschiedenen Maschenweiten (4, 2 und 0,25 mm) gesiebt. Zum besseren Erkennen der noch an den Wurzeln befindlichen Bakterienknöllchen wurden die Wurzeln gewaschen. Sie konnten in einer 0,1 %  $\text{HgCl}$ -Lösung für einige Tage frisch gehalten werden.

f) Stickstoffgehalt: Bei den Untersuchungen wurde der Stickstoffgehalt in den verschiedenen Teilen der Pflanzen bestimmt. Dafür war die Kjeldahlmethode (NEHRING 1960 und HEILENZ, HÖFNER und NEUMANN 1966) verwendet worden. Für die Untersuchungen erwiesen sich 300 mg Trockensubstanz der Stengel und 150 mg Trockensubstanz der Blätter, Blüten bzw. Hülsen oder Samen als zweckmäßig. Um eine einheitliche Probeentnahme zu gewährleisten, wurden die Pflanzenteile ganz fein gemahlen.

#### 2.2.5 Statistische Analyse

Für die Verrechnung der Ergebnisse wurde für die Untersuchungen von 1967 die Varianzanalyse und für die Untersuchungen von 1968 der t-Test verwendet.

### 3. Ergebnisse

#### 3.1 Die Beeinflussung von Rotklee (*Trifolium pratense* L.) durch Larven von *Sitona hispidulus*

Um den Einfluß auf Rotklee zu ermitteln, wurde die Art *S. hispidulus* verwendet, die nach Angaben zahlreicher Autoren (z. B. BIGGER 1930, BOGAČEVA 1959, DICKASON u. a. 1958, DICKLER 1968, JACKSON 1922a, JENKINS 1926, MARSHAL und WILBUR 1934, SCHNELL 1955, THOMPSON und WILLIS 1967) in Europa und Nordamerika an dieser Pflanze schädlich wird. 1967 wurde der Einfluß von 25,50 bzw. 100 Eiern je Topf bei je 16 Wiederholungen untersucht. 1968 wurde nur mit einer Infektionsstufe (50 Eier) und 15 Wiederholungen gearbeitet.

Die Resultate der Untersuchungen werden in den Abbildungen 1-6 und den Tabellen 1-3 dargestellt. In ihnen sind die Mittelwerte der kontrollierten Pflanzen angegeben.

a) Trocken- und Frischgewicht: Die Ergebnisse aus den Wägungen der frisch abgeschnittenen und der getrockneten Pflanzen und Pflanzenteile sind in der Tab. 1 zusammengefaßt. Es ist zunächst zu ersehen, daß im 2. Untersuchungsjahr eine stärkere Aufgliederung der Pflanze vorgenommen wurde, wodurch es möglich war, genauere Aussagen zu machen.

Das Frischgewicht der ganzen oberirdischen Teile war in den einzelnen Varianten unterschiedlich beeinflusst: Während bei 25 Eiern eine deutliche Steigerung um 12 % festzustellen war, hatte die Infektion mit 50 Eiern eine Reduktion um etwa 16 % zur Folge. Auch in den Ergebnissen des 2. Jahres läßt sich diese Reduktion des Frischgewichtes bei Blättern, Stengeln und Blüten mehr oder weniger deutlich feststellen. - Die Variante mit

Tabelle 1: Der Einfluß von S. hispidulus-Larven auf Trocken- und Frischgewicht des Rotklee (Ø-Gewicht in g aus 15-16 Wiederholungen)

|                                | 1967  |                   |       |                      | 1968  |                   |
|--------------------------------|-------|-------------------|-------|----------------------|-------|-------------------|
|                                | 0     | 25                | 50    | Zahl der Eier<br>100 | 0     | 50                |
| Oberirdische Teile der Pflanze |       |                   |       |                      |       |                   |
| Frischgewicht                  | 18,46 | 20,71             | 15,61 | 18,93                | -     | -                 |
| Trockengew.(absolut.)          | 4,59  | 5,68 <sup>+</sup> | 4,68  | 5,59 <sup>+</sup>    | -     | -                 |
| in % d.Frischgew.              | 24,86 | 27,42             | 29,98 | 29,52                | -     | -                 |
| Blätter + Blüten               |       |                   |       |                      |       |                   |
| Trockengewicht x)              | 2,08  | 2,42              | 1,97  | 2,39                 | -     | -                 |
| Stengel                        |       |                   |       |                      |       |                   |
| Frischgewicht                  | -     | -                 | -     | -                    | 27,01 | 25,09             |
| Trockengewicht (absolut) x)    | 1,93  | 2,47              | 2,01  | 2,37                 | 6,86  | 6,79              |
| in % d.Frischgew.              | -     | -                 | -     | -                    | 25,39 | 27,06             |
| Blätter                        |       |                   |       |                      |       |                   |
| Frischgewicht                  | -     | -                 | -     | -                    | 10,28 | 9,55              |
| Trockengewicht (absolut)       | -     | -                 | -     | -                    | 2,77  | 2,49              |
| in % d.Frischgew.              | -     | -                 | -     | -                    | 26,94 | 26,07             |
| Blüten                         |       |                   |       |                      |       |                   |
| Frischgewicht                  | -     | -                 | -     | -                    | 9,97  | 7,63 <sup>+</sup> |
| Trockengewicht (absolut)       | -     | -                 | -     | -                    | 2,97  | 2,11 <sup>+</sup> |
| in % d.Frischgew.              | -     | -                 | -     | -                    | 29,78 | 27,65             |

x) Das Trockengewicht wurde in diesem Fall beim 1. Versuch (1967) nach dem Mahlen ermittelt, woraus der Verlust gegenüber dem Gesamttrockengewicht der Pflanze (das vor dem Mahlen ermittelt wurde), zu erklären ist.

GD5% bei Trockengewicht der oberirdischen Teile der Pflanze 0,94 g. 1968 wurde der t-Test angewandt.

+) Der Unterschied ist gegenüber der Kontrolle bei 5 % Wahrscheinlichkeit signifikant.

100 Eiern zeigte keine deutliche Abweichung von der Kontrolle. Von diesen Ergebnissen ist nur die Reduktion des Frischgewichts der Blüten statistisch gesichert.

Im Trockengewicht trat eine Zunahme bei den oberirdischen Teilen der Pflanze in allen Infektionsstufen im 1. Versuch 1967 ein. Eine gesicherte Zunahme des absoluten Trockengewichtes ist zwar nur bei 25 und 100 Eiern in Höhe von 23,7 % und 21,8 % über der Kontrolle zu sehen. Wenn man aber das Trockengewicht in Prozent des Frischgewichtes ausdrückt, so kommt man zu einer deutlichen Steigerung bei allen Infektionsstufen (Tab. 1) in Höhe von 2,56 %, 5,12 % und 4,66 % bei 25, 50 und 100 Eiern im Vergleich zur Kontrolle.

1967 konnte ebenfalls diese Steigerung des Trockengewichtes in den Stengeln und Blättern + Blüten festgestellt werden. Nach der Tab. 1 liegt die Steigerung bei 25, 50 und 100 Eiern um 28 %, um 5 % und um 23 % im Vergleich zur Kontrolle. Bei Blättern + Blüten ist ebenfalls eine Zunahme in Höhe von 17 % (25 Eier) und 15 % (100 Eier) über der Kontrolle festzustellen. Bei der Infektionsstufe 50 ist dagegen keine deutliche Abweichung von der Kontrolle zu finden. 1967 wurde das Frischgewicht der Stengel bzw. Blätter und Blüten allein nicht ermittelt, so daß das Trockengewicht in % des Frischgewichtes nicht ausgerechnet werden konnte.

Die Ergebnisse des 2. Jahres läßt die Zunahme bei den absoluten Werten des Trockengewichtes nicht erkennen. Umgekehrt ist sogar eine Abnahme in Höhe von 28,9 % und 10 % bei Blüten und Blättern feststellbar (Tab. 1). Bei Stengeln gab es keinen deutlichen Unterschied zu der Kontrolle. Wenn man aber das Trockengewicht in % des Frischgewichtes ansieht, so kann man eine Steigerung bei den Stengeln der befallenen Pflanzen feststellen

(Tab. 1). Dagegen gab es eine geringe Abnahme bei den Blüten. Bei Blättern allein bestand keine deutliche Abweichung zwischen befallenen Pflanzen und der Kontrolle. Von diesen Ergebnissen des 2. Jahres ist nur das bei Blüten statistisch gesichert.

b) Anzahl der Blätter, Blüten und Stengel: Die Untersuchungen ergaben, daß im ersten Versuchsjahr keine deutlich erkennbaren Unterschiede bei der Zahl der Blätter (Abb. 1) und Blüten (Abb. 2) zwischen den befallenen Pflanzen und den Kontrollpflanzen vorlagen. Die Zahl der Stengel (Abb. 3) war dagegen in allen Infektionsstufen gegenüber der Kontrolle deutlich reduziert, wenn auch die Unterschiede nicht zu sichern waren. Die stärkste Abnahme ist dabei im Versuch mit der geringsten Eizahl zu verzeichnen. Sie lag hier um etwa 25 %, bei 50 und 100 Eiern um 21 % bzw. 12 % niedriger als in der Kontrolle.

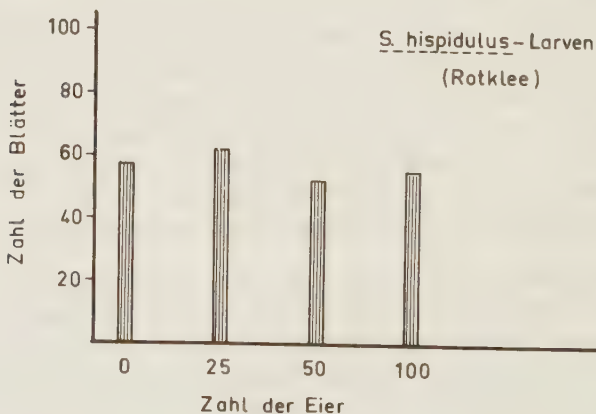


Abb. 1: Zahl der Rotkleeblätter in den Versuchen mit S. hispidulus

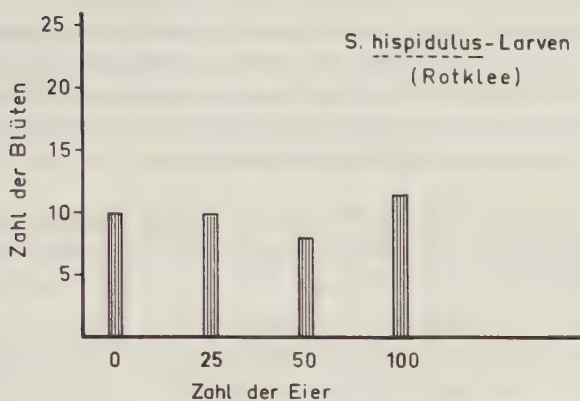


Abb. 2: Zahl der Rotkleeblüten in den Versuchen mit S. hispidulus

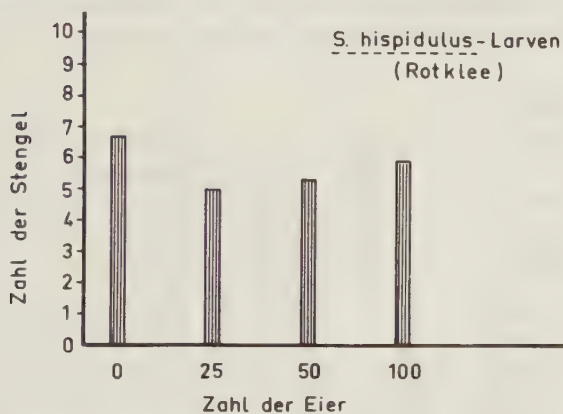


Abb. 3: Zahl der Rotkleestengel in den Versuchen mit S. hispidulus

Bei den Versuchen von 1968 mit 50 Eiern konnte dagegen eine Abnahme der Zahl der Blätter um 19,4 % gegenüber der Kontrolle festgestellt werden. Bei der Blütenzahl ergab sich jetzt ebenfalls eine Abnahme bei den befallenen Pflanzen um 8 Blüten, d. h. um 30,8 %. Beide Ergebnisse waren statistisch gesichert.

Die Zahl der Stengel zeigte auch eine, zwar nicht gesicherte, Abnahme bei den befallenen Pflanzen um etwa 15 % gegenüber der Kontrolle.

Aus diesen genannten Ergebnissen kann man zusammenfassen, daß durch den Befall mit S. hispidulus-Larven die Anzahl von Blättern, Blüten und Stengel des Rotklee mehr oder weniger stark reduziert werden kann.

- c) Stengellänge: Hinsichtlich der Stengellänge (Abb. 4) war eine Zunahme bei den befallenen Pflanzen in allen Versuchsgruppen zu verzeichnen. Diese Zunahme betrug bei denen, die mit 100 und 25 Eiern infiziert worden



Abb. 4: Länge der Rotklee Stengel in den Versuchen mit S. hispidulus

waren, etwa 11,0 cm und bei 50 Eiern 8 cm. Auch die Resultate von 1968 zeigten eine, wenn auch nicht gesicherte Zunahme der Länge von 6,8 cm gegenüber der Kontrolle. Eine ähnliche Zunahme konnte auch von STEIN (1967) bei Rotkleepflanzen, die durch Apion virens-Larven (Curculionidae) befallen waren, ermittelt werden.

d) Blättchenfläche: Die Größe der Fläche eines einzelnen Blättchens war, wie die Säulen in Abb. 5 zeigen, nur bei der Variante mit 25 Eiern gesichert verschieden von der der Kontrollpflanzen. Diese Zunahme war praktisch nur auf 5 Werte zurückzuführen, die wesentlich höher als der Durchschnitt der übrigen Werte ( $= 3,68 \text{ cm}^2$ ) lagen.

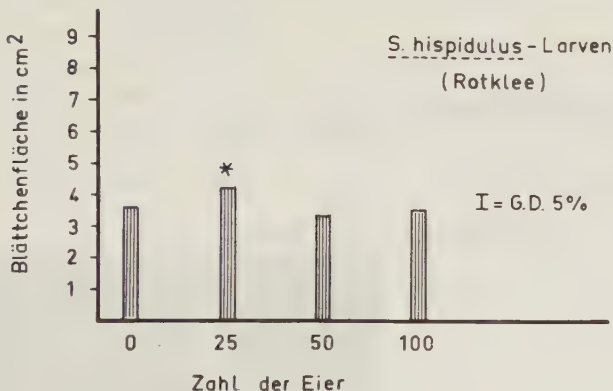


Abb. 5: Die Fläche der Rotkleeblättchen in den Versuchen mit S. hispidulus

Hieraus und aus den Ergebnissen der Varianten mit 50 und 100 Eiern kann wohl der Schluß gezogen werden, daß der Fraß der Larven von S. hispidulus keinen deutlichen Einfluß auf die Größe der einzelnen Blättchen des Rotklee hat.

e) Zahl der Bakterienknöllchen: Eine starke Abnahme erfährt die Zahl der unbeschädigten Bakterienknöllchen, wenn ein Befall mit Sitona-Larven stattfindet. Die Tabelle 2 zeigt, daß die Reduktion zwischen 97,6 % und 99,0 % gegenüber den Kontrollpflanzen liegt. Bei den Versuchen 1968 mit 50 Eiern pro Pflanze betrug die Abnahme im Schnitt 73,3 %.

Neben dieser Vernichtung der Bakterienknöllchen hatten die letzten Stadien der Larven die Hauptwurzeln in einigen Fällen stark angegriffen (Abb. 6).

Tabelle 2: Der Einfluß von S. hispidulus-Larven auf die Zahl der Bakterienknöllchen von Rotklee (Ø aus 16 Wiederholungen)

|                                   | Zahl der Eier |      |      |      |
|-----------------------------------|---------------|------|------|------|
|                                   | 0             | 25   | 50   | 100  |
| Zahl der unbeschädigten Knöllchen | 934           | 22   | 8    | 11   |
| Reduktion in % der Kontrolle      | 0             | 97,6 | 99,0 | 98,8 |

Abb. 6: Fraß durch Sitona hispidulus-Larven an Rotklee-wurzel.  
(Wurzel aufgeschnitten. In der Mitte des Bildes eine Larve.)



In den Versuchen wurde immer wieder beobachtet, daß die Larven hauptsächlich nahe der Bodenoberfläche fressen. Diese Beobachtungen wurden auch von SAKHAROV u. a. (1934) erwähnt. Sie fanden, daß die Sitona-Larven die Knöllchen der Leguminosenpflanzen hauptsächlich in einer Tiefe von 5 - 7,5 cm fressen. Gleiche Ergebnisse erzielte REZWANI (1970) bei Topfversuchen.

f) Stickstoffgehalt: Eine weitere starke Reduktion als Folge des Larvenfraßes konnte bei dem Gesamtstickstoffgehalt der Blätter, Blüten und Stengel der Pflanze gefunden werden (Tab. 3). In der Infektion mit 100 Eiern zeigte es sich z. B., daß der Stickstoffgehalt in den Stengeln um fast die Hälfte reduziert worden war (Abnahme 5,24 mg N pro g Trockensubstanz = etwa 43 % der Kontrolle). Bei Blättern + Blüten beträgt die Reduktion bei 100 Eiern 19,4 %.

Tabelle 3: Der Einfluß von S. hispidulus-Larven auf den Gesamtstickstoffgehalt des Rotklee (Ø in mg N/g Trockensubstanz)

|                  | 1967          |                     |                     |                     | 1968  |                     |
|------------------|---------------|---------------------|---------------------|---------------------|-------|---------------------|
|                  | Zahl der Eier |                     |                     |                     |       |                     |
|                  | 0             | 25                  | 50                  | 100                 | 0     | 50                  |
| Stengel          | 12,23         | 9,56 <sup>++</sup>  | 7,45 <sup>++</sup>  | 6,99 <sup>++</sup>  | -     | -                   |
| Blätter + Blüten | 27,61         | 23,31 <sup>++</sup> | 22,85 <sup>++</sup> | 22,25 <sup>++</sup> | -     | -                   |
| Blätter          | -             | -                   | -                   | -                   | 36,49 | 33,24 <sup>++</sup> |
| Blüten           | -             | -                   | -                   | -                   | 32,12 | 28,46 <sup>++</sup> |

++) Der Unterschied ist gegenüber der Kontrolle bei 1 % Wahrscheinlichkeit hoch signifikant (GD<sub>1</sub>% bei Stengeln 1,16, bei Blättern + Blüten 1,90 - 1968 wurde der t-Test angewandt.)

In weiteren Untersuchungen im Jahr 1968 wurden die Blätter und die Blüten allein analysiert. Die Ergebnisse in Tabelle 3 weisen auch hier einen hoch signifikanten Unterschied zwischen Versuch und Kontrolle auf.

### 3.2 Die Beeinflussung von Luzerne (*Medicago sativa* L.) durch Larven von *Sitona humeralis*

Um den Einfluß von *Sitona*-Larven auf Luzerne zu ermitteln, wurde die Art *S. humeralis* verwendet, die nach Angaben zahlreicher Autoren (z. B. ADLUNG 1964, BONESS 1958, DICKLER 1968, GEILER 1960 u. 1967, MÜLLER 1963, SCHNELL 1955, YAKHONTOV 1935 und ZIEMANN 1959) in Europa an dieser Pflanze schädlich wird. Es gibt auch einige Literaturangaben, in denen *S. hispidulus* als Schädling an Luzerne genannt wird (DIKASON u. a. 1968 und JEWETT 1934), diese beziehen sich aber nicht auf Europa. *S. hispidulus* kann in Deutschland zwar auf Luzernefeldern gefunden werden, tritt dort aber nicht als Hauptschädling auf (GEILER 1960 u. 1967). Diese Feststellung wurde von DICKLER (1968) im hessischen Raum bestätigt.

1967 wurden mit je 15 Wiederholungen 25, 50 und 100 Eier je Topf angesetzt. 1968 wurde nur mit einer Infektionsstufe (100 Eier) und 21 Wiederholungen gearbeitet. In beiden Fällen wurden 6 Wochen nach der Infektion der Erde mit Eiern die Pflanzen ausgewertet.

Die Resultate der Untersuchungen sind in den Abb. 7-11 und den Tabellen 4-6 dargestellt. In ihnen sind die Mittelwerte der kontrollierten Pflanzen angegeben.

a) Trocken- und Frischgewicht: Die Untersuchungen ergaben, daß das Gewicht der oberirdischen Teile der Luzernepflanzen durch den Befall mit S. humeralis-Larven vermindert wird (Tab. 4). Das Frischgewicht lag bei der Infektion mit 100 Eiern um 23,3 % unter dem der Kontrolle. Dieses Ergebnis war statistisch gesichert. Bei den Pflanzen mit 25 und 50 Eiern konnte auch ein Rückgang um 12,9 % und um 8,6 % gegenüber der Kontrolle festgestellt werden, die Ergebnisse ließen sich aber nicht statistisch sichern. - Eine Reduktion läßt sich auch in den Ergebnissen des 2. Jahres bei Blättern um 16,5 % und Blüten um 23,7 % feststellen, aber sie konnte nur bei Blättern statistisch gesichert werden. Zwischen den Kontrollpflanzen und den befallenen Pflanzen gab es beim Frischgewicht der Stengel keinen deutlichen Unterschied.

Im Trockengewicht trat eine Abnahme in allen Versuchen ein. Bei den oberirdischen Teilen zeigten die Ergebnisse 1967 eine statistisch gesicherte bzw. hoch gesicherte Abnahme in Höhe von 15,5 % und 35,2 % bei den Varianten mit 50 und 100 Eiern.

In weiteren Untersuchungen sollte geklärt werden, ob von diesen Verlusten die einzelnen Pflanzenteile unterschiedlich betroffen waren. Die Resultate (ebenfalls in Tab. 4) zeigten in den Stengeln bei allen Infektionsstufen eine hoch gesicherte Abnahme. Die Werte lagen bei 25 Eiern 22,6 %, bei 50 Eiern 25,8 % und bei 100 Eiern 38,7 % unter der Kontrolle. Im Jahr 1968 war die Abnahme des Stengeltrockengewichtes etwas geringer (9,8 % bei 100 Eiern).

Bei dem Trockengewicht von Blättern + Blüten wurde eine gesicherte bzw. hoch gesicherte Abnahme in Höhe von 17,7 % bei 25 Eiern und von 35,3 % bei 100 Eiern gegenüber der Kontrolle festgestellt.

Tabelle 4: Der Einfluß von *S. humeralis* auf Trocken- und Frischgewicht der Luzernepflanze ( $\bar{x}$ -Gewicht in g aus 15-21 Wiederholungen)

|                                | 1967          |                   |                   |                   | 1968  |                   |
|--------------------------------|---------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------|-------------------|
|                                | Zahl der Eier |                   |                   |                   | 0     | 100               |
|                                | 0             | 25                | 50                | 100               | 0     | 100               |
| Oberirdische Teile der Pflanze |               |                   |                   |                   |       |                   |
| Frischgewicht                  | 21,0          | 18,3              | 19,2              | 16,1 <sup>+</sup> | -     | -                 |
| Trockengewicht (absolut)       | 7,1           | 6,2               | 6,0 <sup>+</sup>  | 4,6 <sup>++</sup> | -     | -                 |
| in % d. Frischgew.             | 33,81         | 33,88             | 31,25             | 28,57             |       |                   |
| Blätter + Blüten               |               |                   |                   |                   |       |                   |
| Trockengewicht x)              | 3,4           | 2,8 <sup>+</sup>  | 3,0               | 2,2 <sup>++</sup> | -     | -                 |
| Stengel                        |               |                   |                   |                   |       |                   |
| Frischgewicht                  | -             | -                 | -                 | -                 | 20,5  | 21,6              |
| Trockengewicht (absolut) x)    | 3,1           | 2,4 <sup>++</sup> | 2,3 <sup>++</sup> | 1,9 <sup>++</sup> | 6,1   | 5,5               |
| in % d. Frischgew.             |               |                   |                   |                   | 29,76 | 25,46             |
| Blätter                        |               |                   |                   |                   |       |                   |
| Frischgewicht                  | -             | -                 | -                 | -                 | 15,2  | 12,7 <sup>+</sup> |
| Trockengewicht (absolut)       | -             | -                 | -                 | -                 | 3,5   | 2,8 <sup>++</sup> |
| in % d. Frischgew.             | -             | -                 | -                 | -                 | 23,03 | 22,05             |
| Blüten                         |               |                   |                   |                   |       |                   |
| Frischgewicht                  | -             | -                 | -                 | -                 | 5,9   | 4,5               |
| Trockengewicht (absolut)       | -             | -                 | -                 | -                 | 1,4   | 0,9               |
| in % d. Frischgew.             | -             | -                 | -                 | -                 | 23,73 | 20,00             |

x) Das Trockengewicht wurde in diesem Fall beim 1. Versuch (1967) nach dem Mahlen ermittelt, woraus der Verlust gegenüber dem Gesamtrockengewicht der Pflanze (das vor dem Mahlen ermittelt wurde) zu erklären ist.

GD<sub>5</sub>% bei Frischgewicht der oberirdischen Teile der Pflanze 3,4 g, GD<sub>5</sub>% bei Trockengewicht der oberirdischen Teile der Pflanze 1,1 g, GD<sub>1</sub>% 8,5 g und GD<sub>1</sub>% bei Trockengewicht der Stengel 0,7 g und GD<sub>5</sub>% bei Trockengewicht der Blätter und Blüten 0,5 g und GD<sub>1</sub>% 0,7 g.

1968 wurde der t-Test angewandt.

Die Versuche von 1968 wiesen eine hoch gesicherte Abnahme des Trockengewichtes der Blätter in Höhe von 20 % auf. Bei den Blüten bzw. Samen ergab sich schließlich eine statistisch gesicherte Gewichtsverminderung in Höhe von 35,7 %.

Wenn man das Trockengewicht in Prozent des Frischgewichtes errechnet, so kommt man ebenfalls zu einer Abnahme bei den befallenen Pflanzen im Vergleich zur Kontrolle (s. Tab. 4).

b) Anzahl der Blätter, Blüten und Stengel: Die Untersuchungen ergaben, daß die Larven von S. humeralis im ersten Versuchsjahr eine Reduzierung der Luzernepflanzenblätter bewirken konnten (Abb. 7). Die stärkste Abnahme ist dabei im Versuch mit der höchsten Eizahl zu verzeichnen. Sie lag hier um etwa 23 %, bei 25 und 50 Eiern jeweils um etwa 19 % gegenüber der Kontrolle. Diese Ergebnisse waren statistisch gesichert.

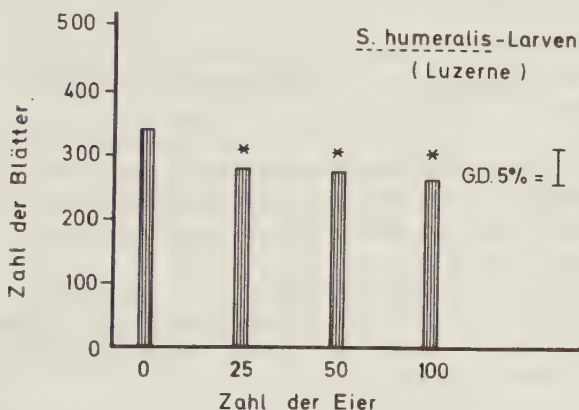


Abb. 7: Zahl der Luzerneblätter in den Versuchen mit  
S. humeralis

Die Zahl der Blüten wurde in der Variante mit 100 Eiern stark reduziert (Abb. 8), während bei 25 bzw. 50 Eiern keine Unterschiede zur Kontrolle vorlagen.

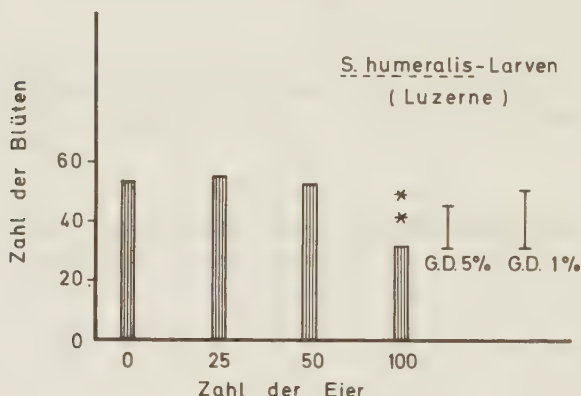


Abb. 8: Zahl der Luzerneblüten in den Versuchen mit  
S. humeralis

Die Larven konnten ferner, wie die Abb. 9 zeigt, einen gesicherten Rückgang der Zahl der Stengel in allen Infektionsstufen um knapp 25 % verursachen.

In den Versuchen von 1968 mit 100 Eiern konnte auch eine hoch gesicherte Abnahme der Blätterzahl um etwa 29 % gegenüber der Kontrolle festgestellt werden.

Auch die Blütenzahl war hoch signifikant, um etwa 36 %, reduziert. Die Zahl der Stengel war um 9 % gegenüber der Kontrolle vermindert, jedoch ließ sich die Differenz nicht statistisch sichern.

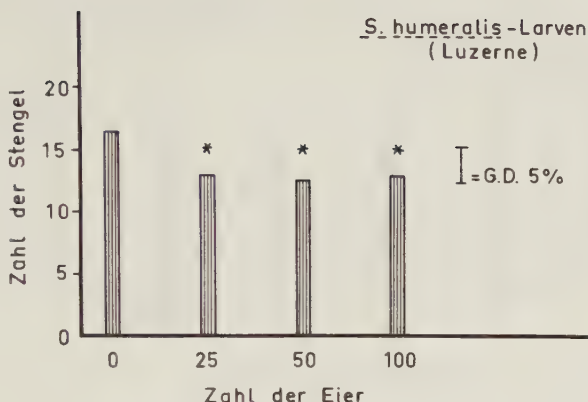


Abb. 9: Zahl der Luzernestengel in den Versuchen mit S. humeralis

Man kann anhand dieser Ergebnisse zusammenfassend sagen, daß die Anzahl der Blätter, Blüten und Stengel der Luzernepflanze durch den Befall mit S. humeralis-Larven mehr oder weniger stark reduziert werden kann.

c) Stengellänge: Die Untersuchungen ergaben, daß die Stengellänge im ersten Versuchsjahr bei allen Varianten durch den Befall reduziert war (Abb. 10), wenn auch die Unterschiede nicht zu sichern waren. Die stärkste Abnahme ist dabei im Versuch mit der höchsten Eizahl zu verzeichnen. Sie lag hier bei etwa 11 % und in den Varianten mit 25 und 50 Eiern bei 4 % und 5 % gegenüber der Kontrolle.

Im zweiten Versuchsjahr lag bei den mit 100 Eiern besetzten Pflanzen nur eine geringe Abnahme (3 %) vor.

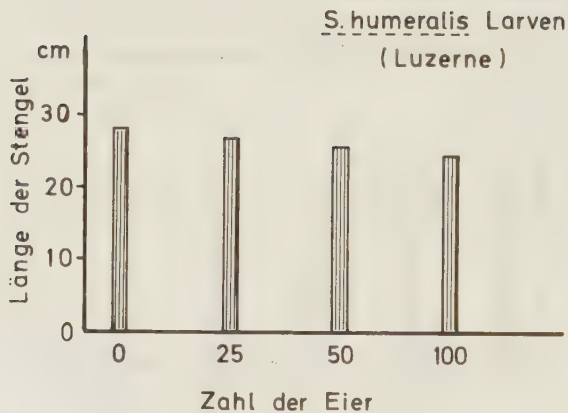


Abb. 10: Länge der Luzernestengel in den Versuchen mit S. humeralis

d) Blättchenfläche: Bei der Fläche eines einzelnen Blättchens von Luzerne war, wie in Abb. 11 zu ersehen, eine Abnahme bei den befallenen Pflanzen gegenüber der Kontrolle zu verzeichnen. Sie war bei 25 Eiern nur

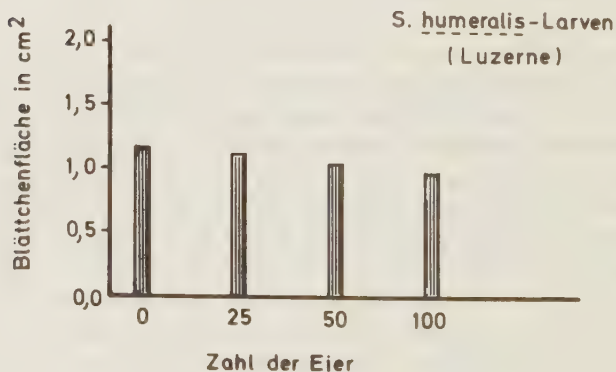


Abb. 11: Die Fläche der Luzerneblättchen in den Versuchen mit S. humeralis

gering, betrug bei 50 Eiern etwa 9 % und bei 100 Eiern etwa 13 %. Diese Reduktionen sind zwar statistisch nicht gesichert, doch erscheint der kontinuierliche Abfall von der Kontrolle bis zur höchsten Infektionsstufe bemerkenswert zu sein und für einen Einfluß der Sitona-Larven zu sprechen.

e) Zahl der Bakterienknöllchen: Die Sitona-Larven vernichten, wie die Tab. 5 deutlich zeigt, einen großen Teil der Bakterienknöllchen. In den 3 Versuchsvarianten lag die Reduktion zwischen 67,0 und 74,2 % gegenüber den Kontrollpflanzen.

Die Versuche von 1968 haben diese Ergebnisse bestätigt. Die Abnahme betrug dabei im Vergleich zur Kontrolle 55,4 %.

Tabelle 5: Der Einfluß von S. humeralis-Larven auf die Bakterienknöllchen von Luzerne (Ø aus 15 Wiederholungen)

|                                   | Zahl der Eier |      |      |      |
|-----------------------------------|---------------|------|------|------|
|                                   | 0             | 25   | 50   | 100  |
| Zahl der unbeschädigten Knöllchen | 182           | 59   | 60   | 47   |
| Reduktion in % der Kontrolle      | 0             | 67,6 | 67,0 | 74,2 |

f) Stickstoffgehalt: Von den Bakterienknöllchen ist natürlich der Stickstoffgehalt in der Pflanze abhängig. Tabelle 6 zeigt die Ergebnisse dieser Untersuchungen. In Fast allen Versuchsvarianten konnte eine Abnahme des Gesamtstickstoffgehaltes festgestellt werden, wenn die Pflanzen mit Sitona-Eiern infiziert waren. Diese Abnahme konnte

in den Stengeln, wie aus der Tabelle zu entnehmen ist, bis zu 2,82 mg N/g T.S. betragen, bei Blättern + Blüten (bzw. Samen) sogar 11,50 mg N/g T.S. bei 100 Eiern.

Es zeigte sich fast allgemein, daß die Abnahme des Stickstoffgehaltes um so stärker ist, je höher die Eizahl liegt. Der Rückgang ist gegenüber der Kontrolle meist noch gesichert.

Tabelle 6: Der Einfluß von *S. humeralis*-Larven auf den Gesamtstickstoffgehalt der Luzerne ( $\bar{x}$  in mg N/g Trockensubstanz)

|                  | 1967          |                     |                     |                     | 1968  |       |
|------------------|---------------|---------------------|---------------------|---------------------|-------|-------|
|                  | Zahl der Eier |                     |                     |                     |       |       |
|                  | 0             | 25                  | 50                  | 100                 | 0     | 100   |
| Stengel          | 14,11         | 12,57 <sup>+</sup>  | 12,85               | 11,29 <sup>++</sup> | -     | -     |
| Blätter + Blüten | 38,49         | 32,73 <sup>++</sup> | 32,33 <sup>++</sup> | 26,99 <sup>++</sup> | -     | -     |
| Blätter          | -             | -                   | -                   | -                   | 41,35 | 40,14 |
| Blüten           | -             | -                   | -                   | -                   | 36,20 | 36,40 |

++) Der Unterschied ist gegenüber der Kontrolle bei 1 % Wahrscheinlichkeit hoch signifikant ( $GD_{1\%}$  bei Stengeln 1,79,  $GD_{5\%}$  bei Stengeln 1,30 und  $GD_{1\%}$  bei Blättern + Blüten, 4,85. - 1968 wurde der t-Test angewandt.)

1968 waren allerdings in den Blättern und Blüten (bzw. Samen) nur geringe oder keine Unterschiede zu verzeichnen.

### 3.3 Die Beeinflussung von Erbsen (*Pisum sativum* L.) durch Larven von *Sitona lineatus*

Um den Einfluß auf Erbsen zu ermitteln, wurde die Art S. lineatus verwendet, die nach Angaben zahlreicher Autoren (z. B. ADLUNG 1964, ANDERSEN 1931, 1933 und 1934, BAUDYS 1921, BELYAEV 1934, DICKLER 1968, DIVOUX und BROUSSE 1967, GEORG 1962, HANS 1959, JACKSON 1920, 1921 und 1922b, KLINKOWSKI u. a. 1968, KUTTER 1934, LEHMANN 1935, MARKKULA und KÖPPA 1960, PRESCOTT und REEHR 1961, SCHNELL 1955) in Europa und Nordamerika an dieser Pflanze schädlich wird.

Mit je 20 Wiederholungen wurden 1967, dem ersten Versuchsjahr, Infektionsstufen mit 25, 50 und 100 Eiern je Topf untersucht. 1968 wurden 2 Versuche mit 50 Eiern und 25 bzw. 20 Wiederholungen durchgeführt. Vier Wochen nach der Infektion der Erde mit Eiern wurden die Pflanzen ausgewertet.

Die Resultate der Untersuchungen sind in den Abbildungen 12-15 und den Tabellen 7-10 dargestellt.

a) Trocken- und Frischgewicht: Das Gewicht der Erbsenpflanze ist durch den Befall mit S. lineatus-Larven beeinflusst worden, wie aus der Tab. 7 zu entnehmen ist. Von einer Ausnahme abgesehen, lagen in allen Versuchsvarianten beider Jahre Frisch- und Trockengewichte deutlich unter den Werten der unbehandelten Kontrolle. In vielen Fällen waren diese Reduktionen statistisch gesichert oder sogar hochgesichert.

In Extremfällen (z. B. bei den oberirdischen Teilen der Pflanze, bei Stengeln und Hülsen) können sowohl Trocken- als auch Frischgewicht durch Einwirkung der Sitona-Larven um rund ein Drittel gegenüber den unbeschädigten Pflanzen reduziert sein.

Tabelle 7: Der Einfluß von *S. lineatus*-Larven auf Trocken- und Frischgewicht der Erbsenpflanze ( $\emptyset$ -Gewicht in g aus 20-25 Wiederholungen)

|                                       | 1967  |                   |                   |                      | 1968  |                    |
|---------------------------------------|-------|-------------------|-------------------|----------------------|-------|--------------------|
|                                       | o     | 25                | 50                | Zahl der Eier<br>100 | o     | 100                |
| <b>Oberirdische Teile der Pflanze</b> |       |                   |                   |                      |       |                    |
| Frischgewicht                         | 8,38  | 7,15              | 7,43              | 6,15                 | -     | -                  |
| Trockengew. (absolut)                 | 2,60  | 1,98 <sup>+</sup> | 2,15 <sup>+</sup> | 1,98 <sup>+</sup>    | -     | -                  |
| in % d.Frischgew.                     | 31,03 | 27,69             | 28,94             | 32,20                | -     | -                  |
| <b>Blätter + Hülse</b>                |       |                   |                   |                      |       |                    |
| Trockengewicht x)                     | 1,88  | 1,49              | 1,57              | 1,48                 | -     | -                  |
| <b>Stengel</b>                        |       |                   |                   |                      |       |                    |
| Frischgewicht                         | -     | -                 | -                 | -                    | 0,76  | 0,61 <sup>+</sup>  |
| Trockengewicht (absolut) x)           | 0,36  | 0,26 <sup>+</sup> | 0,31              | 0,21 <sup>++</sup>   | 2,56  | 1,95               |
| in % d.Frischgew.                     |       |                   |                   |                      | 0,17  | 0,17               |
|                                       |       |                   |                   |                      | 0,43  | 0,41               |
|                                       |       |                   |                   |                      | 22,37 | 27,87              |
|                                       |       |                   |                   |                      | 16,80 | 21,03              |
| <b>Blätter</b>                        |       |                   |                   |                      |       |                    |
| Frischgewicht                         | -     | -                 | -                 | -                    | 1,38  | 1,10 <sup>+</sup>  |
| Trockengewicht (absolut)              | -     | -                 | -                 | -                    | 4,85  | 3,86 <sup>+</sup>  |
| in % d.Frischgew.                     | -     | -                 | -                 | -                    | 0,33  | 0,32               |
|                                       |       |                   |                   |                      | 0,90  | 0,72 <sup>+</sup>  |
|                                       |       |                   |                   |                      | 23,91 | 29,09              |
|                                       |       |                   |                   |                      | 18,56 | 18,65              |
| <b>Hülsen</b>                         |       |                   |                   |                      |       |                    |
| Frischgewicht                         | 4,86  | 3,52              | 3,90              | 3,32                 | 2,96  | 2,21 <sup>++</sup> |
| Trockengewicht (absolut)              | 1,52  | 1,20              | 1,26              | 1,23                 | 7,47  | 6,32               |
| in % d.Frischgew.                     | 31,28 | 34,09             | 32,31             | 37,05                | 0,84  | 0,56 <sup>++</sup> |
|                                       |       |                   |                   |                      | 1,45  | 1,21 <sup>+</sup>  |
|                                       |       |                   |                   |                      | 28,38 | 25,34              |
|                                       |       |                   |                   |                      | 19,41 | 19,15              |

x) Das Trockengewicht wurde in diesem Fall beim 1. Versuch (1967) nach dem Mahlen ermittelt, woraus der Verlust gegenüber dem Gesamtrockengewicht der Pflanze (das vor dem Mahlen ermittelt wurde) zu erklären ist.

GD<sub>5</sub>% bei Trockengewicht der oberirdischen Teile der Pflanze 0,44 g, GD<sub>5</sub>% bei Trockengewicht der Stengel 0,08 g und GD<sub>1</sub>% bei Trockengewicht der Stengel 0,11 g.  
1968 wurde der t-Test angewandt.

Auch das relative Trockengewicht im Verhältnis zum Frischgewicht ist durch den Befall mehr oder weniger stark beeinflußt worden. Diese Beeinflussung ist zum größten Teil als Zunahme zu verzeichnen (Tab. 7).

b) Anzahl der Blätter, Blättchen, Hülsen und Blüten:

Bei der Blätterzahl (Abb. 12) zeigten die befallenen Pflanzen gegenüber der Kontrolle eine statistisch gesicherte Abnahme in Höhe von 16,4 % bei 50 Eiern und 25,9 % bei 100 Eiern. Auch bei 25 Eiern konnte schon eine Abnahme von 12,5 % festgestellt werden.

Im Jahr 1968 ergaben zwei Versuche, daß die Zahl der Blätter um 3,6 % bzw. 8,8 % durch den Befall mit S. lineatus-Larven reduziert war.

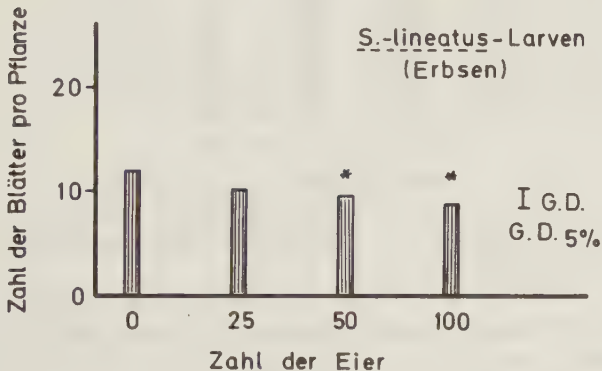


Abb. 12: Zahl der Erbsenblätter in den Versuchen mit S. lineatus

Bei dem Versuch zu ermitteln, ob dieser Befall einen weiteren Einfluß auf die Blättchenzahl eines Blattes hatte, konnte aus den gewonnenen Ergebnissen von 1967

und 1968 kein Unterschied zwischen befallenen Pflanzen und Kontrolle festgestellt werden.

Die Zahl der Hülsein wird ebenfalls, wie die Abb. 13 deutlich erkennen läßt, bei einer Schädigung der Pflanze durch Sitona-Larven reduziert. Diese Reduktion betrug 7,7 % bei 25, 15,4 % bei 50 und 27,0 % bei 100 Eiern. Bei zwei Versuchen 1968 mit 50 Eiern konnte diese Abnahme mit 10,0 % und 20,0 % bestätigt werden.

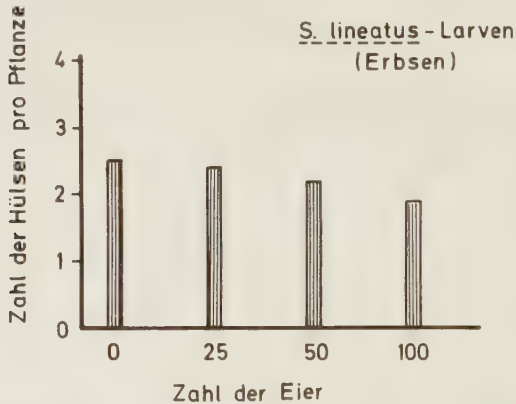


Abb. 13: Zahl der Erbsenhülsein in den Versuchen mit S. lineatus

Der Einfluß von S. lineatus-Larven auf die Blütenzahl pro Pflanze wurde 1968 in zwei Versuchen geprüft. Es gab im ersten Versuch gegenüber der Kontrolle keinen Unterschied und im zweiten eine Abnahme von 1,2 %.

c) Stengellänge: Die S. lineatus-Larven rufen eine Minderung der Stengellänge von Erbsen hervor. Aus der Abbildung 14 ist ersichtlich, daß die Stängel bei 25 Eiern um 18 % und bei 100 Eiern um 22,2 % kürzer als bei der Kontrolle waren. Diese Werte aus dem Jahr 1967 sind

statistisch hoch gesichert, während der Wert von 50 Eiern, der 7,2 % unter der Kontrolle liegt, nicht abzusichern war.

Im Jahr 1968 wurden 2 weitere Versuche mit je 50 Eiern pro Pflanze durchgeführt. Es zeigte sich auch hierbei eine, wenn auch geringere, Minderung der Stengellänge (um 3,4 bzw. 6,5 %).

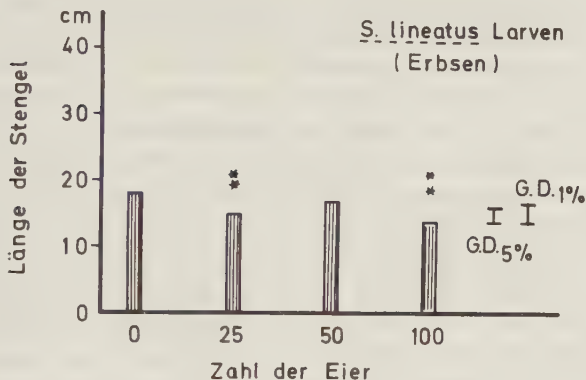


Abb. 14: Länge der Erbsenstengel in den Versuchen mit S. lineatus

d) Blättchenfläche: Die Größe der Blättchenfläche von Erbsenpflanzen wurde durch den Fraß der Larven nicht deutlich beeinflusst.

e) Zahl der Bakterienknöllchen: Die Zahl der unbeschädigten Knöllchen pro Pflanze erfährt, wie aus der Tab. 8 zu entnehmen ist, eine sehr starke Abnahme in allen Infektionsstufen. Die stärkste Reduktion lag bei 100 Eiern mit 98,0 % gegenüber den Kontrollpflanzen. In den Versuchen mit 50 und 25 Eiern lagen die Werte etwas niedriger, aber immer über 90 %.

Die etwas geringere Abnahme bei 50 Eiern im Vergleich zu 25 resultiert aus dem Wert von einer Pflanze, die viele Bakterienknöllchen ausgebildet hatte und deshalb noch eine große Zahl unbeschädigter Bakterienknöllchen besaß.

Zwei weitere Versuche (1968) ergaben eine Abnahme der unbeschädigten Knöllchen von 93,0 % bzw. 85 %.

Tabelle 8: Der Einfluß von S. lineatus-Larven auf die Bakterienknöllchen von Erbsen ( $\bar{x}$  aus 20 Wiederholungen)

|                                   | Zahl der Eier |      |      |      |
|-----------------------------------|---------------|------|------|------|
|                                   | 0             | 25   | 50   | 100  |
| Zahl der unbeschädigten Knöllchen | 49            | 2    | 4    | 1    |
| Reduktion in % der Kontrolle      | 0             | 95,9 | 91,8 | 98,0 |

Es wurde bei den Versuchen auch beobachtet, daß die Wurzel der Erbsenpflanze, besonders an der Basis, von älteren Larven angefressen worden war (Abb. 15).

Abb. 15: Fraß an der Basis der Erbsenwurzel, verursacht durch Larven von S. lineatus



f) Stickstoffgehalt: Wie bereits in der Einleitung angeführt, wird von einige Autoren (z. B. ANDERSEN 1931, KLINKOWSKI, MÜHLE und REINMUTH 1968) angegeben, daß die Larven von S. lineatus durch den Fraß an Bakterienknöllchen den Stickstoffgehalt der Erbse reduzieren können, ohne daß aber bisher konkrete Zahlen über diese Minderung angegeben waren.

Die Ergebnisse der Stickstoffanalysen sind in der Tab. 9 wiedergegeben. Es ist zu erkennen, daß in den einzelnen Teilen der Pflanze keine einheitliche Veränderung stattgefunden hat. Während der Gesamtstickstoffgehalt der Stengel in allen Versuchsvarianten gegenüber der Kontrolle leicht zugenommen hat (ohne daß die Unterschiede statistisch gesichert sind), ist der Gehalt in Blättern und Hülsen z. T. erheblich reduziert. Die Abnahmen liegen zwischen 2,0 und 21,9 %, wenn der Stickstoffgehalt der Kontrolle = 100 gesetzt wird.

Tabelle 9: Der Einfluß von S. lineatus-Larven auf den Gesamtstickstoffgehalt bei Erbsen ( $\bar{x}$  in mg N/g Trockensubstanz)

|               | 1967          |                    |       |       | 1968           |                                           |
|---------------|---------------|--------------------|-------|-------|----------------|-------------------------------------------|
|               | Zahl der Eier |                    |       |       |                |                                           |
|               | 0             | 25                 | 50    | 100   | 0              | 50                                        |
| Stengel       | 14,24         | 15,59              | 15,35 | 14,58 | -              | -                                         |
| Blätter + ... |               |                    |       |       |                |                                           |
| Hülsen        | 30,41         | 26,23 <sup>+</sup> | 29,79 | 28,93 | -              | -                                         |
| Blätter       | -             | -                  | -     | -     | 22,38<br>26,89 | 21,13<br>21,00 <sup>+</sup>               |
| Hülsen        | -             | -                  | -     | -     | 30,71<br>33,78 | 27,85 <sup>+</sup><br>29,11 <sup>++</sup> |

(GD<sub>5%</sub> bei Blättern und Hülsen 2,72. - 1968 wurde der t-Test angewandt.)

Leider läßt sich auch hier keine geradlinige Korrelation zwischen Eizahl und N-Reduktion feststellen und auch bei den 2 Parallel-Versuchen 1968 zeigen sich z.T. erhebliche Abweichungen, wenn die Tendenz auch die gleiche ist. Es muß daraus der Schluß gezogen werden, daß die Sitona-Larven zwar grundsätzlich einen negativen Einfluß auf den Stickstoffhaushalt der Erbse haben, daß die Beziehungen aber sehr komplexer Natur sind und durch andere Faktoren unkontrollierbar beeinflusst werden können.

#### 3.4 Die Beeinflussung von Ackerbohnen (*Vicia faba* L.) durch Larven von *Sitona lineatus*

Um den Einfluß von S. lineatus auch auf andere Leguminosenpflanzen zu ermitteln, wurde die Ackerbohnen ausgewählt. Die Art S. lineatus wurde von einigen Autoren (z. B. ANDERSEN 1931, BAUDYS 1921, DICKLER 1968, HANS 1959, JONES und JONES 1966, MARTELLI 1964, SCHNELL 1955) als Schädling für Bohnen erwähnt.

Mit je 19 Wiederholungen wurden 25, 50 und 100 Eier (1967) je Topf untersucht, während 1968 nur mit einer Infektionsstufe (50 Eier) und 20 Wiederholungen gearbeitet wurde. Die Auswertung erfolgte 6 Wochen nach der Infektion der Erde mit Eiern. Dadurch konnte auch der Einfluß der Larven auf die Hülsenausbildung ermittelt werden.

a) Trocken- und Frischgewicht: Die S. lineatus-Larven können das Gewicht der Ackerbohnenpflanze beeinflussen. Aus den Ergebnissen, die in Tabelle 10 eingetragen sind, kann man bei den befallenen Pflanzen eine Abnahme des Frischgewichtes aller oberirdischen Teile von 19,3 % (25 Eier) und 22,7 % (100 Eier) ersehen. Dieser erheblichen Reduktion steht aber in der Variante mit 50 Eiern eine Zunahme um 8,1 % gegenüber.

Tabelle 10: Der Einfluß von *S. lineatus*-Larven auf Trocken- und Frischgewicht der Ackerbohnenpflanze ( $\emptyset$ -Gewicht in g aus 19-20 Wiederholungen)

|                                       | 1967          |                    |       |                    | 1968  |       |
|---------------------------------------|---------------|--------------------|-------|--------------------|-------|-------|
|                                       | Zahl der Eier |                    |       |                    |       |       |
|                                       | 0             | 25                 | 50    | 100                | 0     | 100   |
| <b>Oberirdische Teile der Pflanze</b> |               |                    |       |                    |       |       |
| Frischgewicht                         | 45,63         | 36,83 <sup>+</sup> | 49,31 | 35,25 <sup>+</sup> | -     | -     |
| Trockengewicht (absolut)              | 9,18          | 6,58 <sup>+</sup>  | 9,58  | 7,43               | -     | -     |
| in % d. Frischgew.                    | 20,12         | 17,87              | 19,43 | 21,08              | -     | -     |
| <b>Blätter + Hülse</b>                |               |                    |       |                    |       |       |
| Trockengewicht x)                     | 5,25          | 3,42 <sup>++</sup> | 5,00  | 3,24 <sup>++</sup> | -     | -     |
| <b>Stengel</b>                        |               |                    |       |                    |       |       |
| Frischgewicht                         | -             | -                  | -     | -                  | 23,97 | 25,38 |
| Trockengewicht (absolut) x)           | 3,51          | 2,85 <sup>++</sup> | 3,52  | 2,91 <sup>+</sup>  | 3,93  | 3,97  |
| in % d. Frischgew.                    | -             | -                  | -     | -                  | 16,40 | 15,64 |
| <b>Blätter</b>                        |               |                    |       |                    |       |       |
| Frischgewicht                         | -             | -                  | -     | -                  | 17,07 | 17,07 |
| Trockengewicht (absolut)              | -             | -                  | -     | -                  | 2,69  | 2,80  |
| in % d. Frischgew.                    | -             | -                  | -     | -                  | 15,76 | 16,41 |
| <b>Hülsen</b>                         |               |                    |       |                    |       |       |
| Frischgewicht                         | 14,98         | 10,66              | 15,07 | 6,50 <sup>++</sup> | 7,45  | 4,94  |
| Trockengewicht (absolut)              | 3,42          | 1,95 <sup>++</sup> | 2,76  | 1,00 <sup>++</sup> | 1,15  | 0,87  |
| in % d. Frischgew.                    | 22,83         | 18,29              | 18,31 | 15,38              | 15,34 | 17,61 |

x) Das Trockengewicht wurde in diesem Fall beim 1. Versuch (1967) nach dem Mahlen ermittelt, woraus der Verlust gegenüber dem Gesamttrockengewicht der Pflanze (das vor dem Mahlen ermittelt wurde) zu erklären ist.

GD<sub>5</sub>% bei Frischgewicht der oberirdischen Teile der Pflanze 7,74 g, GD<sub>5</sub>% bei Trockengewicht der oberirdischen Teile der Pflanze 1,84 g, GD<sub>5</sub>% bei Trockengewicht der Stengel 0,49 g und 0,66 g als GD<sub>1</sub>%, GD<sub>5</sub>% bei Frischgewicht der Hülsen 4,65 g und 6,34 g als GD<sub>1</sub>%, GD<sub>5</sub>% und GD<sub>1</sub>% bei Trockengewicht der Hülsen 1,03 und 1,41 g, GD<sub>5</sub>% und GD<sub>1</sub>% bei Trockengewicht der Blätter + Hülsen 1,18 und 1,60 g.

1968 wurde der t-Test angewandt.

Ähnliche Ergebnisse sind beim Trockengewicht der oberirdischen Teile der Pflanze zu finden: Hier betrug die Reduktion 28,3 bzw. 19,1 % und die Zunahme bei 50 Eiern 4,3 %.

Eine detaillierte Analyse der einzelnen Pflanzenteile zeigte, daß die Reduktion des Gewichtes sowohl bei den Stengeln als auch bei den Hülsen vorliegt. Letztere hatten im 2. Versuchsjahr auch bei der Variante mit 50 Eiern eine erhebliche Abnahme (um 33,7 %) zu verzeichnen.

Das relative Trockengewicht ist durch den Befall mit Larven unterschiedlich beeinflusst worden, wie aus der Tabelle 10 hervorgeht.

b) Anzahl der Blätter, Blüten und Hülsen: Die Zahl der Blätter ist in allen Versuchsvarianten mit Sitona-Larven mehr oder weniger deutlich reduziert (Abb. 16). Diese Abnahme ist bei 25 und 100 Eiern statistisch gesichert, und lag um 15,5 % bzw. 13,5 % unter dem Wert der Kontrollpflanzen.

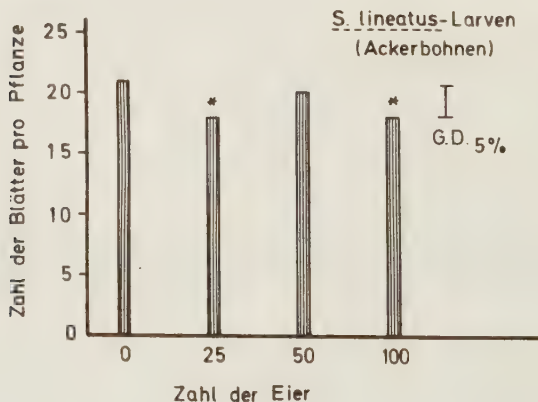


Abb. 16: Zahl der Ackerbohnenblätter in den Versuchen mit S. lineatus

Der Versuch von 1968 mit 50 Eiern zeigte wie 1967 praktisch keine Unterschiede zur Kontrolle.

Im Jahr 1967 konnte eine statistisch hoch gesicherte Abnahme der Blütenzahl bei 50 und 100 Eiern um 57,4 bzw. 50,8 % verzeichnet werden (Abb. 17), während bei 25 Eiern die Reduktion um 25,8 % nicht gesichert war. 1968 konnte im Versuch mit 50 Eiern bei einer Zunahme der Blütenzahl um 12,3 % kein statistisch gesicherter Unterschied zur Kontrolle festgestellt werden.

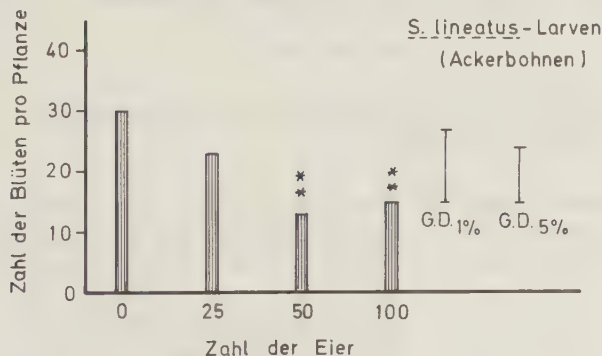


Abb. 17: Zahl der Ackerbohnenblüten in den Versuchen mit S. lineatus

Bei einem Vergleich der Hülsenzahlen von Kontrolle und Versuchsvarianten läßt sich keine einheitliche Tendenz erkennen (Abb. 18). Während in den Versuchen mit 25 und 100 Eiern deutliche (wenn auch nicht gesicherte) Reduktionen zu erkennen sind (um 11,5 bzw. 25,4 %), ergab sich im Versuch mit 50 Eiern sogar eine Zunahme um 16,4 %. Diese letzte Variante hatte dagegen im folgenden Jahr auch eine - zwar ungesicherte - Abnahme der Hülsenzahl um 20,5 % erbracht.

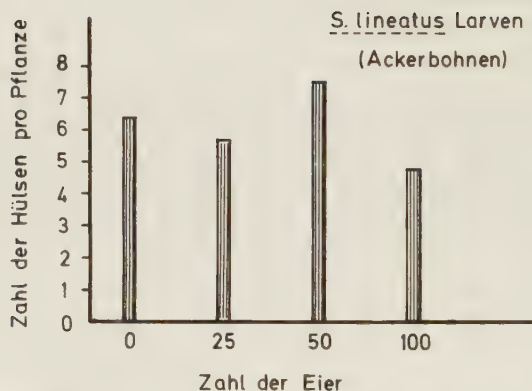


Abb. 18: Zahl der Ackerbohnenhülsen in den Versuchen mit S. lineatus

c) Stengellänge: Der Einfluß von S. lineatus-Larven auf die Stengellänge der Ackerbohnen ist aus der Abb. 19 ersichtlich. Während bei 25 und 100 Eiern eine stati-

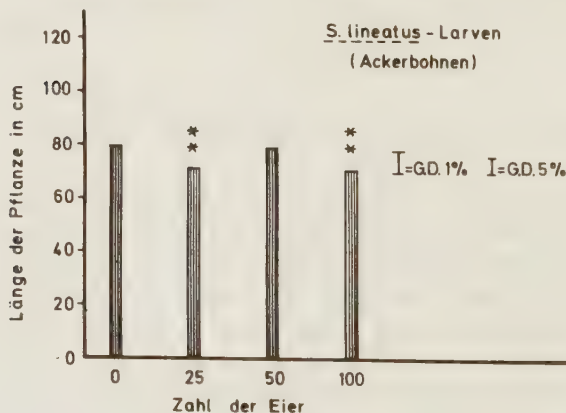


Abb. 19: Länge der Ackerbohnenstengel in den Versuchen mit S. lineatus

stisch hoch gesicherte Verminderung in Höhe von 10,9 % und 11,3 % erfolgte, gab es bei 50 Eiern praktisch keinen Unterschied zur Kontrolle (-0,6 %). Auch 1968 traten in dieser Variante keine Unterschiede auf.

d) Blättchenfläche: Die Larven von S. lineatus können auch einen Einfluß auf die Blättchenfläche der Ackerbohnen haben (Abb. 20). Während zwischen den Kontrollpflanzen und den mit 25 Eiern infizierten kaum ein Unterschied besteht, ist bei 50 und 100 Eiern eine gesicherte Zunahme der Blättchenfläche in Höhe von 10,8 % und 10,9 % festzustellen.

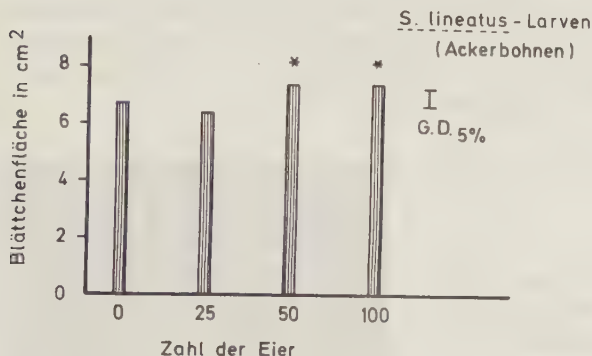


Abb. 20: Die Fläche der Ackerbohnenblättchen in den Versuchen mit S. lineatus

e) Zahl der Bakterienknöllchen: Der Knöllchenbesatz der Ackerbohne kann - wie bei den bereits behandelten Leguminosen - ebenfalls erheblich bei einem Befall mit Sitona-Larven zerstört sein. Die Ergebnisse der diesbezüglichen Versuche sind in Tab. 11 eingetragen. Wie ersichtlich blieb bei der stärksten Schädigung (Infektion mit 100 Eiern) nur etwa ein Viertel aller Knöllchen unbeschädigt.

Tabelle 11: Der Einfluß von S. lineatus-Larven auf die Bakterienknöllchen von Ackerbohnen ( $\emptyset$  aus 19 Wiederholungen)

|                                   | Zahl der Eier |    |    |     |
|-----------------------------------|---------------|----|----|-----|
|                                   | 0             | 25 | 50 | 100 |
| Zahl der unbeschädigten Knöllchen | 157           | 73 | 68 | 43  |
| Reduktion in % der Kontrolle      | 0             | 54 | 57 | 73  |

In einem weiteren Versuch 1968 war die Reduktion bei Zugabe von 50 Eiern etwas geringer (16 %), doch war auch dieser Wert noch gesichert.

Die Abb. 21 zeigt eine Larve von S. lineatus beim Fraß an einem Bakterienknöllchen. Daneben konnte beobachtet werden, daß auch die Wurzelbasis der Ackerbohne von den Larven angefressen wird.

Abb. 21: Fraß einer Larve von S. lineatus an einem Knöllchen der Ackerbohne (Vicia faba).



f) Stickstoffgehalt: Der Gesamtstickstoffgehalt der Ackerbohnenpflanzen und ihrer Teile ist in Tabelle 12 angegeben. Die Ergebnisse des Jahres 1967 sind recht unterschiedlich. So weist der Gesamtstickstoffgehalt der Stengel bei der Variante mit 25 Eiern eine statistisch gesicherte Abnahme von 11,99 % gegenüber dem der Kontrolle auf, während bei 50 Eiern eine ungesicherte Zunahme in Höhe von 8,5 % und bei 100 Eiern eine Abnahme von 4,4 % zu verzeichnen war. Ähnlich unterschiedlich war der Gesamtstickstoffgehalt in Blättern + Hülsen bzw. Blüten.

Tabelle 12: Der Einfluß von *S. lineatus*-Larven auf den Gesamtstickstoffgehalt bei Ackerbohnen  
(Ø in mg N/g Trockensubstanz)

|                  | 1967          |                     |       |       | 1968  |       |
|------------------|---------------|---------------------|-------|-------|-------|-------|
|                  | Zahl der Eier |                     |       |       |       |       |
|                  | 0             | 25                  | 50    | 100   | 0     | 50    |
| Stengel          | 6,59          | 5,80 <sup>+</sup>   | 7,15  | 6,30  | -     | -     |
| Blätter + Hülsen | 26,40         | 22,10 <sup>++</sup> | 27,60 | 25,10 | -     | -     |
| Blätter          | -             | -                   | -     | -     | 42,19 | 40,41 |
| Hülsen           | -             | -                   | -     | -     | 40,20 | 38,21 |

(GD<sub>5%</sub> bei Stengeln 0,69 und GD<sub>1%</sub> bei Blättern + Hülsen 3,29. - 1968 wurde der t-Test angewandt.)

In den Versuchen mit 50 Eiern 1968 konnte bei der getrennten Analyse von Blättern und Hülsen eine statistisch nicht gesicherte Reduktion von 4,22 % bzw. 5,20 % gegenüber der Kontrolle festgestellt werden.

### 3.5 Die Beeinflussung von Gartenbohnen (*Phaseolus vulgaris* L.) durch Larven von *Sitona lineatus*

Nach REICHELT (zit. nach ANDERSEN 1931) und SCHERF (1964) soll auch die Gartenbohne als Nährpflanze für *S. lineatus* in Betracht kommen. Demgegenüber stellte HANS (1959) in Versuchen fest, daß *Phaseolus vulgaris* von *S. lineatus*-Käfern gemieden wird und daß auch keine Entwicklung der Larven an dieser Pflanze möglich ist.

Um eine Klärung der Frage herbeizuführen, wurden insgesamt 50 Töpfe mit Gartenbohnen (Sorte Haubners Frühe) mit je 50 *S. lineatus* Eiern infiziert. 20 von ihnen wurden zur Untersuchung des Einflusses der Larven auf das Wachstum der Pflanzen ausgewertet und in den restlichen 30 Töpfen wurde die Entwicklungsmöglichkeit der Larven geprüft.

Beide Ergebnisse zeigten eindeutig, daß die Gartenbohne als Brutpflanze für *S. lineatus* nicht geeignet ist. Die Auswertung 23 Tage nach Ansatz erbrachte nur 3 lebende Larven in den 30 Töpfen. Auch das Wachstum der Pflanzen war nicht beeinflusst, da sich bei allen geprüften Kriterien (Stengellänge, Blatt-, Hülsen- und Knöllchenzahl, sowie Gewicht der einzelnen Pflanzenteile) keine Unterschiede zu den unbehandelten Kontrollen ergaben.

Ebenso negativ verliefen Versuche, die Käfer im Laboratorium mit Gartenbohnenblättern zu füttern.

### 3.6 Die intraspezifische Konkurrenz bei *Sitona* spp.-Larven

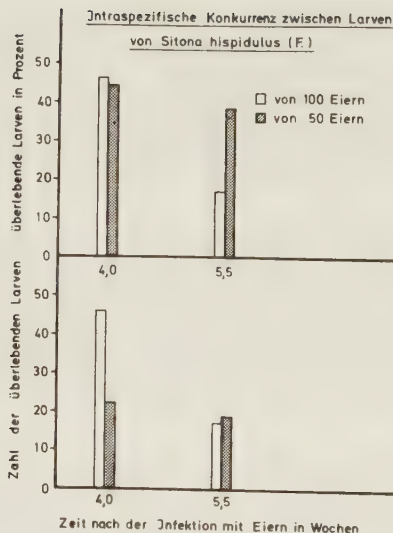
In einer Reihe von Versuchen hatte es sich gezeigt, daß zwischen den Varianten mit 50 und 100 Eiern nicht die erwarteten Unterschiede aufgetreten waren. Dies führte zu der Vermutung, daß bei der höheren Befallsdichte eventuell

eine intraspezifische Konkurrenz auftreten könne. Über diese Frage ist aus der Literatur praktisch nichts zu entnehmen. Lediglich MÜLLER (1963) weist darauf hin, daß bei gemeinsamen Vorkommen verschiedener Sitona-Arten die interspezifische Konkurrenz während der Entwicklung der Larven eine regulative Funktion ausüben kann, wobei spezifische Unterschiede in der Vitalität der einzelnen Arten evtl. Einfluß auf die Dominanzverhältnisse haben können.

Für die Versuche wurde S. hispidulus mit seiner Wirtspflanze Rotklee ausgewählt. Dabei wurden je Variante 20 Rotkleetöpfe mit 50 bzw. 100 Eiern beschickt. Die Kontrolle erfolgte 3 - 4 - 5 und 5,5 Wochen nach der Infektion, wobei jeweils 5 Töpfe auf ihren Larvenbesatz hin untersucht wurden.

Es konnte anhand der Ergebnissen des Versuches festgestellt werden, daß zwischen den Larven von S. hispidulus eine intraspezifische Konkurrenz bestehen kann (s. Abb. 22).

In dieser Abbildung ist die Zahl der nach 4 und 5,5 Wochen noch pro Topf lebenden Larven absolut und in Prozent der Ausgangsinfektion dargestellt. Vier Wochen nach der Infektion sind noch 44 % (bei 50 Eiern) und 46 % (bei 100 Eiern) der angesetzten Tiere gefunden worden. Nach 5,5 Wochen betrugen die Werte noch 38 % bzw. 17 %, d. h. in den letzten Wochen vor der Verpuppung war die absolute Dichte beider Varianten ausgeglichen worden. Die Mortalität war demnach in den Töpfen mit 100 Eiern etwa doppelt so hoch wie in denen mit 50.



**Abb. 22:** Die Auswirkung der intraspezifischen Konkurrenz der Larven von *S. hispidulus* an Rotklee.

Daß die intraspezifische Konkurrenz bei steigender Larvendichte erheblichen Einfluß haben kann, machen auch weitere Ergebnisse wahrscheinlich: Bei allen früher geschilderten Versuchen wurden die bei der Endauswertung noch im Boden befindlichen Puppen gezählt, während die ausschlüpfenden Imagoes abgefangen wurden.

Dabei war es allerdings möglich, daß einige, sich besonders schnell entwickelnde Käfer vor dem Zubinden der Töpfe bereits geschlüpft waren. Das war wohl besonders

bei S. lineatus der Fall. Da aber andererseits vermutlich der Prozentsatz dieser sich schnell entwickelnden Tier in allen Versuchsvarianten annähernd gleich war, lassen die in Tab. 13 eingetragenen Ergebnisse doch zumindest die Tendenz erkennen, daß eine intraspezifische Konkurrenz als dichteabhängiger Faktor bei einer höheren Larvenzahl pro Pflanze stark regulierend wirken kann.

Tabelle 13: Überlebende Käfer und Puppen der verschiedenen Sitona-Arten in % der angesetzten Ei-  
zahl  $\bar{x}$ )

| <u>Sitona</u> -Art   | Brutpflanze | Zahl der Eier |      |     |
|----------------------|-------------|---------------|------|-----|
|                      |             | 25            | 50   | 100 |
| <u>S. hispidulus</u> | Rotklee     | 20 %          | 8 %  | 4 % |
| <u>S. humeralis</u>  | Luzerne     | 12 %          | 10 % | 7 % |
| <u>S. lineatus</u>   | Erbsen      | 12 %          | 8 %  | 2 % |

x) Die Töpfe wurden 6 bis 8 Wochen nach der Infektion mit Eiern untersucht. Es besteht daher die Möglichkeit, daß einige Käfer, besonders bei S. lineatus, schon geschlüpft waren und nicht mehr erfaßt werden konnten.

Ob die angedeuteten Unterschiede zwischen den Arten (stärkere Dichteabnahme bei S. hispidulus, weniger starke bei den beiden anderen Arten) real sind, kann aufgrund des nur orientierenden Charakters dieser Versuche nicht entschieden werden.

### 3.7 Zusammenfassender Vergleich des Einflusses von Sitona-Larven auf die untersuchten Leguminosen

Nachfolgend sollen alle Befunde noch einmal in einer tabellarischen Übersicht zusammengefaßt werden (Tab. 14).

Tabelle 14: Zusammenfassende Darstellung des Einflusses von Sitona-Larven auf Leguminosen

+ : positiver Einfluß  
 - : negativer Einfluß  
 ± : unterschiedlicher Einfluß  
 o : kein Einfluß

| Pflanzen-<br>merkmale<br>Sitona-<br>arten u.<br>Wirtspfl. | Frisch-<br>gewicht       | Trocken-<br>gewicht | Anzahl<br>der<br>Blätter  | Anzahl<br>der<br>Blüten      | Anzahl<br>der<br>Hülsen |
|-----------------------------------------------------------|--------------------------|---------------------|---------------------------|------------------------------|-------------------------|
| <u>S.hispidulus</u><br>und <u>RotKlee</u>                 | ±                        | +                   | -                         | -                            |                         |
| <u>S.humeralis</u><br>und <u>Luzerne</u>                  | -                        | -                   | -                         | -                            |                         |
| <u>S.lineatus</u><br>und <u>Erbsen</u>                    | -                        | -                   | -                         | o                            | -                       |
| <u>S.lineatus</u><br>und <u>Ackerbohne</u>                | -                        | -                   | -                         | -                            | -                       |
|                                                           | Anzahl<br>der<br>Stengel | Stengel-<br>länge   | Blätt-<br>chen-<br>fläche | Bak-<br>terien-<br>knöllchen | N-Gehalt                |
| <u>S.hispidulus</u><br>und <u>RotKlee</u>                 | -                        | +                   | +                         | -                            | -                       |
| <u>S.humeralis</u><br>und <u>Luzerne</u>                  | -                        | -                   | -                         | -                            | -                       |
| <u>S.lineatus</u><br>und <u>Erbsen</u>                    |                          | -                   | o                         | -                            | -                       |
| <u>S.lineatus</u><br>und <u>Ackerbohne</u>                |                          | -                   | +                         | -                            | -                       |

Es ist zu erkennen, daß der Einfluß des Larven-Fraßes überwiegend negativ für die Pflanze ist. Nur der Rotklee scheint nicht in so starkem Maße unter diesem Befall zu leiden, da verschiedene Merkmale sogar positiv beeinflußt werden.

Die Schadwirkung von Larven der Blattrandkäfer ist somit erwiesen. Wieweit dadurch aber Bekämpfungsmaßnahmen wirtschaftlich gerechtfertigt werden, hängt von verschiedenen Umständen ab (Populationsdichte, Pflanzenart und vielleicht auch -sorte) und müßte in umfangreicheren Freilandversuchen geprüft werden.

#### 4. Diskussion

Wachstums- und Entwicklungsvorgänge sind besonders in höheren Pflanzen von sehr komplexer Natur. An ihrem Zustandekommen sind eine ganze Reihe von Einzelprozessen beteiligt, die erst in ihrem Zusammenwirken zu Wachstum und Organdifferenzierung (Blattformbildung, Blüte usw.) führen (JANSEN 1969, LINSER 1954 und 1967). Alle diese Vorgänge werden bei den Pflanzen weitgehend von pflanzeigenen Stoffen (Phytohormonen) kontrolliert und gesteuert (JANSEN 1969, LINSER, FROHNER, KIRSCHNER 1953, PARIHAR 1962). Diese Phytohormone oder ihre Folgeprodukte sind in der Lage, Gene zu aktivieren oder zu blockieren (JANSEN 1969, LINSER und KIERMAYER 1958). Sie werden normal wirksam, wenn sie zum geeigneten Zeitpunkt am geeigneten Ort und in geeigneter Menge in der Pflanze vorhanden sind (LINSER 1967, LINSER et al. 1953). Ihre Wirksamkeit wird durch Umweltfaktoren beeinflusst. Z. B. fand KIRÁLY, EL HAMMADY und POZSAR (1967), daß bei einer Infektion mit Pilzen (Uromyces phaseoli (Pers.) Wint. und U. fabae (Pers.) d By.) die Cytokininaktivität in den Blättern von Phaseolus vulgaris L. und Vicia faba L. gestiegen war. Darüber hinaus hatten Blattfläche und Trockensubstanz der Blätter zugenommen.

Es ist in vielen Fällen möglich, durch pflanzeigene oder synthetische Stoffe Wachstum und Entwicklung der Pflanze zu ändern. Vor allem liegen zahlreiche Untersuchungen über Wuchs- und Hemmstoffe vor (z. B. BUCHENAUER 1970, HAYASHI 1961, JANSEN 1969, LINSER et al. 1953, 1954, 1955, 1957, 1957 und 1958). Daß dabei nicht nur morphologische Eigenschaften der Pflanze beeinflusst werden, zeigte z. B. die Arbeit von HAYASHI (1961). Er fand, daß Gibberellinbehandlung bei Tomaten die Photosyntheseleistung steigert und dadurch das Trockengewicht der Pflanze erhöht wird.

Wachstumsbeeinflussende Phytohormone (Auxine, Gibberelline, Cytokinine und Hemmstoffe) kommen in allen Blütenpflanzen vor, wobei ihr Auftreten in den einzelnen Organen unterschiedlich sein kann. Es wurde nachgewiesen (z. T. nur im biologischen Test), daß die genannten endogenen Wuchs- und Hemmstoffe auch in Wurzeln und Wurzelknöllchen der Leguminosen zu finden sind (JANSEN 1969). Da nun die Larven der Sitona-Arten spezifisch an diesen Organen fressen, liegt der Schluß nahe, daß sie dabei auch die Phytohormone der Wirtspflanze beeinflussen.

Es muß ferner berücksichtigt werden, daß ein Pilzbefall im Anschluß an den Larvenfraß vorkommen kann. LEACH et al. (1961 und 1963) stellten eine Beziehung zwischen dem Befall durch Sitona hispidulus-Larven und dem Befall durch bestimmte Pilze, nämlich Fusarium oxysporum, Pyrenochaeta sp., Verticillium spp., Phoma spp. und Rhizoctonia solani fest. Die Vielfalt dieses pilzlichen Befalles kann die Entwicklung der Pflanze beeinflussen. Nach WINTER (1952) werden Streptomycin und Penicillin von Lipidium sativum aufgenommen.

Außerdem können Sitona-Larven, die absterben und zersetzt werden, einen Einfluß auf die Pflanzen ausüben. Schon im Jahre 1885 wurde die Indoleessigsäure von SALAKOWSKI als Produkt der Protein-Zersetzung entdeckt, aber erst später (1934) wurde die Wirkung als Phytohormon erkannt (nach BARIHAR 1962).

Ferner muß berücksichtigt werden, daß die Pflanzen auch durch die Sekretionen der Sitona-Larven beeinflusst werden können. Aufgrund der Arbeit von MILES (1968) über Insektensekretionen in den Pflanzen, den Untersuchungen von KLOFT (1960), die sich mit physiologischen Veränderungen in den Pflanzen durch den Speichel von saugen-

den Insekten befassen, der Arbeit von KONIG (1969) über die Fritfliege (Oscinella frit), deren Larven eine enzymatische Zellwandzerstörung bei Mais hervorrufen, und anderen Beispielen kann man einen Einfluß in dieser Weise auch bei Sitona-Larven vermuten.

Die geschilderten Ergebnisse führen zu dem Schluß, daß das Wachstum der Pflanzen in den nachfolgend diskutierten Versuchen somit grundsätzlich auf zwei Wegen beeinflusst werden kann:

1. Direkter Einfluß der Larven (z. B. durch Fraß und Sekretionen).
2. Indirekter Einfluß als Folge des Larvenfraßes (z. B. durch die Wundfläche und ihre Hormone, durch sekundären Befall von Pilzen oder anderen Organismen).

Alle Einflüsse, ob direkt oder indirekt, können sich positiv oder negativ auf die Pflanze auswirken. Es ist somit also durchaus möglich, daß ein negativer Effekt durch Fraß der Larven durch positive, indirekte Einflüsse kompensiert werden kann.

Bei der folgenden Diskussion soll nun der Einfluß der Sitona-Larven für jede Pflanze einzeln betrachtet werden, da die Ergebnisse gezeigt haben, daß die Auswirkungen eines Befalles in erster Linie von der Wirtspflanze abhängen.

#### 1.) Rotklee und Sitona hispidulus-Larven

Wenn man die Ergebnisse bei Rotklee betrachtet (s. 3.1), so muß man vor allem einen indirekten Einfluß auf das Wachstum der Pflanze feststellen, der sich in der Zunahme der Stengellänge (um 11-26 %) und Blättchenfläche (um etwa 17 %) ausdrückt. Diese Ergebnisse sind vermut-

lich bedingt durch Hormone oder Stoffe mit ähnlicher Wirkung, als Folge eines sekundären pilzlichen Befalles, wie aufgrund früherer Versuche von KIRÁLY et al. 1953, LEACH et al. 1961 und 1963 und von WINTER 1952 angenommen werden kann.

Als eine weitere Folge der Längenzunahme ist ein Anstieg des Trockengewichtes der oberirdischen Teile der Pflanze zu erkennen (Tab. 1). Es könnte hier durch das Zerstören der Leitungsbahnen durch den Fraß älterer Larven zu einer Herabsetzung der Transportmöglichkeiten für die synthetisierten Kohlenhydrate gekommen sein. Obendrein kann außerdem auch die Photosynthese durch Streckungswuchsstoffe oder Stoffe mit ähnlicher Wirkung gefördert werden wie die Untersuchungen von HAYASHI (1961) mit Gibberellinen und Tomaten gezeigt haben.

Leider konnte in der vorliegenden Arbeit das Frisch- und Trockengewicht der Wurzeln nicht ermittelt werden, da sie zur Ermittlung des Larvenfraßes zerschnitten werden mußten.

Eine Zunahme der Stengellänge konnte STEIN (1967) in seinen Untersuchungen mit Rotklee auch als Folge eines Befalles durch die im Innern der oberirdischen Teile minierenden Larven des Rüsselkäfers Apion virens feststellen.

Durch einen Vergleich der Infektionsstufen von 25, 50 und 100 Eiern, konnte bei S. hispidulus in den Untersuchungen über die intraspezifische Konkurrenz (s. 3.6 und Abb. 22) geklärt werden, daß in der Infektionsstufe mit 100 Eiern eine höhere Mortalität als in der mit 50 im Laufe der Larvenentwicklung auftritt.

So kommt es, daß gegen Ende der Larvenentwicklung in beiden Varianten die gleiche Anzahl von Larven noch lebt. Theoretisch hätte deshalb der Schaden auch etwa gleich groß sein müssen. Nun zeigt sich aber, daß die Pflanzen bei der Stufe mit 50 Eiern öfter stärker geschädigt waren als bei 100 Eiern. Dies läßt sich vielleicht so erklären, daß aufgrund der stärkeren Wirksamkeit der intraspezifischen Konkurrenz bei der höchsten Ausgangsdichte insgesamt eine wesentlich intensivere gegenseitige Störung der Larven eintrat, so daß auch die noch überlebenden Tiere ihre volle Fraßtätigkeit nicht entfalten konnten. - Das Resultat hätten dann aber kleinere Tiere in der Variante mit 100 Eiern sein müssen. Leider läßt sich dieser Beweis nicht erbringen, da keine Messungen vorgenommen wurden.

Der Stickstoffgehalt wird durch einen Befall mit Sitona-Larven auch beeinflusst. Der direkte Einfluß durch die Vernichtung der Knöllchen, die für den Stickstoffhaushalt der Pflanzen eine Rolle spielen, war stark und deutlich feststellbar und führte zu einer maximalen Reduktion des N-Gehaltes um etwa 43 % bei Stengeln und 19,4 % bei Blättern + Blüten gegenüber der Kontrolle (Variante mit 100 Eiern). Wenn man den Stickstoffgehalt (Tab. 3) betrachtet, fällt auf, daß die stärkste Abnahme bei 100 und nicht bei 50 oder 25 Eiern gefunden wird. Das ergibt sich vermutlich daraus, daß in der ersten Zeit nach der Infektion die intraspezifische Konkurrenz noch nicht so wirksam ist (s. Abb. 22) und sich hauptsächlich die jungen Larven von den Knöllchen ernähren. Daher waren nach kurzer Zeit bereits fast alle Bakterienknöllchen vernichtet (s. Tab. 2).

Wenn man die absolute Gesamtstickstoffmenge der oberirdischen Teile der Pflanze aus den Tab. 1 und 3 er-

rechnet, so kommt man auch zu ähnlichen Ergebnissen, d. h. die Gesamtstickstoffmenge hat auch in den oberirdischen Teilen abgenommen, obwohl durch den Befall ein positiver Einfluß auf die Stengellänge und z. T. auch auf die Blättchenfläche auftrat.

## 2.) Luzerne und Sitona humeralis-Larven

Man kann aufgrund der Ergebnisse (s. Tab. 4-6 und Abb. 7-11) zusammenfassend feststellen, daß der Befall durch S. humeralis-Larven zu einer allgemeinen Reduktion des Wachstums der oberirdischen Teile der Luzerne-pflanze führt. Diese Reduktion war um so größer, je mehr Eier zugegeben wurden.

Wenn man die Abnahme des Stickstoffgehaltes der Pflanze im Versuch von 1967 mit den Ergebnissen von 1968 (s. 3.2. f) vergleicht, kann man feststellen, daß sie stark abhängig von der Vernichtung der Bakterienknöllchen (s. 3.2 e) ist. 1967 wurden bei der Variante mit 100 Eiern 74,2 % der Knöllchen vernichtet, 1968 waren es bei der gleichen Variante 55,4 %. MÜLLER (1963) schrieb, daß eine Larve von S. humeralis bis zum letzten Stadium 24 Knöllchen verschiedener Größe benötigt, und daß in den Hauptentwicklungszeiten der Larven etwa 80-90 % der Wurzelknöllchen vernichtet werden. YAKHONTOV (1935) kam zu ähnlichen Ergebnissen (87,5 %) bei S. humeralis und anderen Sitona-Arten.

Der Gesamtstickstoffgehalt in der Pflanze wurde in allen Fällen (1967 und 1968) stark reduziert, soweit man die Stickstoffmenge aus dem gesamten Trockengewicht errechnet. Bei der befallenen Pflanze war 1968 die Stickstoffmenge der Blätter z. B. 112,39 mg und der Blüten 32,76 mg gegenüber der Kontrollpflanze mit 144,73 und 50,68 mg. Die Reduktion des Stickstoffgehaltes kann somit wesent-

lich für den allgemeinen negativen Einfluß des Larvenfraßes auf die befallenen Pflanzen verantwortlich sein.

### 3.) Erbse und S. lineatus-Larven

Die Larven haben die Bakterienknöllchen bei Erbse bis zu 98 % vernichtet (s. 3.3 e), was auch aus Beobachtungen von ANDERSEN (1931), BARANOV (1914), GEORGE (1962) und JACKSON (1920) hervorgeht. Die S. lineatus-Larven haben neben der Vernichtung der Bakterienknöllchen auch das Phloem an der Basis der Erbsenpflanze durch Anfressen beschädigt (s. Abb. 15). Dadurch ist der basipetale Transport der synthetisierten Kohlenhydrate vom oberirdischen Teil der Pflanze zu den Wurzeln gestört und eine Zunahme des relativen Trockengewichtes der oberirdischen Teile der Pflanze (s. Tab. 7) eingetreten. Diese Zunahme des Trockengewichtes - ausgedrückt in Prozent des Frischgewichtes - konnte in beiden Versuchsjahren beobachtet werden. Dagegen trat eine sehr starke Minderung des Stickstoffgehaltes der Pflanze auf (s. Tab. 9). Weiterhin ist der Stickstoffgehalt als Gesamtmenge der oberirdischen Teile sowohl in den gesamten oberirdischen Teilen als auch in den Blättern und Blüten im einzelnen sehr stark reduziert, z. B. 149,51 mg-N, 167,69 mg-N und 133,82 mg-N in den oberirdischen Teilen der befallenen Pflanzen mit 25, 50 und 100 Eiern gegenüber der Kontrollpflanze mit 187,13 mg-N (errechnet aus der Tab. 7 und Tab. 9). Die Stickstoffmenge ist auch bei Blättern und Hülsen stark reduziert, wie sich aus Tab. 7 und 9 errechnen läßt.

Diese Ergebnisse bestätigen die Vermutung von ANDERSEN (1931) und KLINKOWSKI et al. (1968), daß eine Minderung des Stickstoffgehaltes bei Erbsen nach dem Befall mit S. lineatus-Larven vorkommen könnte. Sie stehen aber im Gegensatz zu den Ergebnissen von GEORGE (1962), der

keinen Einfluß eines Larvenbefalles von S. lineatus auf die Erbsenernte feststellen konnte.

Man kann aus den Ergebnissen über den Einfluß von S. lineatus-Larven auf die Zahl der Blätter, Hülsen und Blüten erkennen, daß der Befall das Wachstum dieser Pflanzenteile vermindert oder hemmt. Man kann annehmen, daß das eine Folge der Minderung des Stickstoffgehaltes ist. Die Ergebnisse zeigten ferner, daß die Pflanzen durch den Befall kleiner geblieben sind.

Diese Ergebnisse stimmen mit denen von ULASHKEVICH (1935) überein. Er fand, daß die mit S. lineatus stark befallenen Erbsenpflanzen kleiner als befallsfreie waren, eine geringere Hülsenzahl und leichtere Samen besaßen als gesunde.

#### 4.) Ackerbohne und S. lineatus-Larven

Die Ergebnisse im Versuch mit Ackerbohnen haben gezeigt, daß der Befall zu einer Störung des Wachstums führt. Bei der Zusammenfassung der Gewichtsergebnisse (Tab. 10) ist zu erkennen, daß der Befall durch S. lineatus-Larven, wie schon bei Erbsen, eine Verminderung des Gewichtes aller Pflanzenteile verursacht.

In dieser Beziehung gab es allerdings in der Infektionsstufe mit 50 Eiern Abweichungen, da hier im Vergleich zur Kontrolle öfter eine Gewichtszunahme zu verzeichnen war. Diese Tendenz macht sich auch bemerkbar bei der Anzahl der Blätter und Hülsen, bei der Länge der Pflanze und z. T. bei dem Stickstoffgehalt. Leider ist eine Erklärung dieser Erscheinung nicht möglich.

Die Hülsen sind wie bei Erbsen bei befallenen Pflanzen leichter als bei gesunden. Die Blättchenfläche hat als Folge des Larveneinflusses in den Stufen mit 50 und

100 Eiern zugenommen (Abb. 20). Das kann eventuell durch indirekten Einfluß, wie schon bereits bei Rotklee diskutiert wurde, verursacht worden sein. Die Zahl der Bakterienknöllchen ist durch den Larvenfraß reduziert worden, jedoch nicht so stark wie bei Erbsen durch die gleiche Sitona-Art. Es konnte im Rahmen des Versuches beobachtet werden, daß die Entwicklungszeit der S. lineatus-Larven bei Ackerbohnen kürzer war als bei Erbsen (etwa 21 Tage gegenüber 28), was vermutlich auf den höheren Gehalt an Nährstoffen in den Knöllchen der Ackerbohne zurückzuführen ist. Außerdem sind diese Knöllchen größer als die der Erbse. Dadurch brauchten die Larven während ihrer Entwicklung eine geringere Zahl von Bakterienknöllchen zu fressen und weniger zu wandern, was natürlich mit einem geringeren Verlust an Zeit und Energie verbunden ist.

#### 5.) Gartenbohne und S. lineatus-Larven

Anhand der Versuchsergebnisse (s. 3.5) bei Phaseolus vulgaris L. (Sorte Haubners Frühe) und S. lineatus-Larven konnte nachgewiesen werden, daß sich die Larven dieser Art nicht an Gartenbohnenpflanzen entwickeln können. Diese Ergebnisse stimmen mit denen von HANS (1959) überein. Im Gegensatz dazu geben REICHELT (zit. nach ANDERSEN 1931) und SCHERF (1964) Phaseolus vulgaris als Nährpflanze für S. lineatus an. Es besteht somit noch die Möglichkeit, daß sich bei dieser Pflanze Sortenunterschiede besonders stark auswirken.

## 5. Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit hatte das Ziel, zur Klärung des Einflusses von Larven der Gattung Sitona auf das Wachstum verschiedener Pflanzenteile, auf den Ertrag und auf den Stickstoffgehalt von Leguminosenpflanzen beizutragen.

Folgende Kulturleguminosen wurden mit ihren wichtigsten Schädlingsarten untersucht:

| <u>Wirtspflanze</u>                                                  | <u>Schadling</u>           |
|----------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| 1.) Rotklee ( <u>Trifolium pratense</u> L.)                          | <u>S. hispidulus</u> (F.)  |
| 2.) Luzerne ( <u>Medicago sativa</u> L.)                             | <u>S. humeralis</u> Steph. |
| 3.) Erbsen ( <u>Pisum sativum</u> L.)<br>(Kleine Rheinländerin)      | <u>S. lineatus</u> L.      |
| 4.) Ackerbohnen ( <u>Vicia faba</u> L.)<br>(Schladener Kleine)       | <u>S. lineatus</u> L.      |
| 5.) Gartenbohnen ( <u>Phaseolus vulgaris</u> L.)<br>(Haubners Frühe) | <u>S. lineatus</u> L.      |

Die Infektion der Pflanzen im Topfversuch im Gewächshaus erfolgte mit Sitona-Eiern (Schlüpfquote über 90 %) in verschiedener Zahl (25, 50 und 100 Eier/Topf).

Die Ergebnisse zeigten, daß der Einfluß in erster Linie von der Pflanze abhängt. Folgende Resultate wurden gewonnen:

### 1.) Rotklee

Das Frischgewicht wurde in den einzelnen Varianten unterschiedlich beeinflusst, das Trockengewicht war immer erhöht.

Die Zahl der Blätter, Blüten und Stengel war durchweg stark reduziert (max. 19 %, 31 % bzw. 21 %).

Die Stengellänge hatte immer zugenommen, im Höchstfall um 11 cm.

Die Blättchenfläche war meist etwas vergrößert.

Die Bakterienknöllchen waren bis zu 99 % durch den Fraß vernichtet.

Der Stickstoffgehalt war allgemein erheblich gesenkt. Diese Reduzierung betrug im Höchsfalle (Stengel, in der Variante mit 100 Eiern) 43 %.

## 2.) Luzerne

Frisch- und Trockengewicht wurden durch den Befall erheblich reduziert (max. bis zu 35 %).

Die Zahl der Blätter, Blüten und Stengel war immer stark zurückgegangen (max. um 29 %, 42 % bzw. 25 %).

Die Stengellänge war stets verkürzt (bis zu 11 %).

Die Blättchenfläche konnte bis zu 13 % verkleinert sein.

Die Bakterienknöllchen waren im Vergleich zur Kontrolle erheblich geschädigt (bis 74 %).

Der Stickstoffgehalt aller oberirdischen Teile war bis max. 31 % verringert.

## 3.) Erbsee

Das absolute Frisch- und Trockengewicht war in allen Versuchsvarianten geringer als in der Kontrolle, dagegen konnte das Trockengewicht im Vergleich zum Frischgewicht erhöht sein.

Die Zahl der Blätter und Hülsen konnte bis zu 26 % bzw. 27 % reduziert sein, dagegen war die Zahl der Blättchen und Blüten nicht beeinflusst.

Die Stengel waren bis zu 22 % kürzer als in der Kontrolle.

Die Bakterienknöllchen waren bis zu 98 % zerstört.

Der Stickstoffgehalt war unterschiedlich, aber stets negativ verändert.

#### 4.) Ackerbohne

Frisch- und Trockengewicht waren normalerweise vermindert. Nur in der Variante mit 50 Eiern trat in manchen Fällen eine Zunahme ein. Die Gründe werden diskutiert.

Die Zahl der Blätter, Blüten und Hülsen war geringer als in der Kontrolle (Abnahmen bis zu 16 %, 57 % bzw. 25 %).

Die Stengellänge war bis zu 11 % verkürzt.

Die Blättchenfläche wies eine Verkleinerung um etwa 11 % auf.

Die Bakterienknöllchen waren max. zu etwa Dreiviertel zerstört.

Der Stickstoffgehalt war zwischen 4 und 12 % verringert.

#### 5.) Gartenbohne

Die Ergebnisse zeigten, daß die Gartenbohne weder als Brut- noch als Nährpflanze für S. lineatus geeignet ist.

6.) Intraspezifische Konkurrenz

Bei einer hohen Populationsdichte der Larven kann die intraspzifische Konkurrenz regulative Bedeutung haben. Dies wurde in Versuchen mit S. hispidulus an Rotklee nachgewiesen und für die anderen Arten wahrscheinlich gemacht.

## 6. Literaturverzeichnis

Adlung, K.G. (1964):

Beobachtungen über das Auftreten von Luzerne-  
schädlingen und ihrer Parasiten-Ges. Pfl. 16,  
136-140

Andersen, K. T. (1931):

Der linierte Graurüßler oder Blattrandkäfer  
*Sitona lineata* L. - Monogr. Pflanzenschutz (6),  
~~88 S. Berlin~~

----- (1933):

Analyse des Schadens und des Massenwechsels  
des linierten Blattrandkäfers (*Sitona lineata*  
L.), seine Bekämpfung und Abwehr. -- Landw. Jb.  
78, 55-79

----- (1934):

Der Einfluß der Umweltbedingungen (Temperatur  
und Ernährung) auf die Eierzeugung und Lebens-  
dauer eines Insektes (*Sitona lineata* L.) mit  
postmetaboler Eientwicklung und länger Lege-  
zeit. - Z. angew. Ent. 20, 85-116

----- (1937):

Die Lupinenblattrandkäfer *Sitona griseus* und  
*S. gressorius* F. - Z. f. angew. Ent. 24, 325-356

Baranov, A. D. (1914):

Material zum Studium der Schadinsekten des  
Verwaltungsbezirks Moskau. - Moskau 5, 112-130  
(russ.).  
(Nach Rev. appl. Ent. 2, 370, 1914)

Bartels, W. and Cramer, H. H. (1966):

Side-effects of plant diseases, plant pests and  
weeds on the quality of harvested products. -  
Pflanzenschutz-Nachrichten "Bayer" 19, 125-186

Baudys, E. (1921):

Zpráva o Vyskytnutí se škůdců r. 1920 (Pests  
of 1920) - Časopis Českoslov. společn. ent.,  
Prague, 18, 55-58.  
(Nach Rev. appl. Ent. 10, 486, 1922)

Bech, R. (1967):

Zur Bedeutung der *Lygus*-Arten als Pflanzen-  
schädlinge. - Biol. Zbl. 86, 205-232

- Belyaev, I.M. (1934):  
Pea weevils. - Bull. moskovsk. S.-kh. obl. op.  
Stantz. Polevod 2, 3-44. (Nach Rev. appl. Ent.  
23, 191-192, 1935)
- Bigger, J.H. (1930):  
Notes on the life history of the clover root  
curculio Sitona hispidulus Fab.-J. econ. Ent.  
23, 334-342
- Bird, R.D. (1947):  
The sweetclover weevil, Sitona cylindricollis  
Fabr. - Canad. Entomol. 79, 5-11
- Bogačeva, V.I. (1959):  
Sitona-Arten als Schädlinge des Wurzelsystems  
des Kleees und Maßnahmen zu ihrer Bekämpfung  
(Org. Russisch) 75 S. Sverdlovsk.
- Boness, M. (1958):  
Biocoenotische Untersuchungen über die Tier-  
welt von Klee- und Luzerne-Felder (Ein Beitrag  
zur Agrarökologie). - Z. Morph. Ökol. Tiere  
47, 309-373
- Brixhe, A. und Gillet, A. (1961):  
Repercussions des piquures d'hémiptères sur la  
qualité des semences de Coton-Méded. Lanbouwhoo-  
gesch. Gent 26, 1713-1722
- Buchenauer, H. (1970):  
Einfluß von Wachstumsregulatoren und chemisch  
verwandten Verbindungen auf verschiedene To-  
matenkrankheiten. - Dissertation Giessen, 158 S.
- Danthanarayana, W. (1967):  
Host specificity of Sitona beetles. - Nature  
213, 1153-1154
- Dickason, E.A., Leach, C.M. and Gross, A.E. (1958):  
Control of the clover root curculio on alsike  
clover. - J. econ. Ent. 51, 554-555
- (1968):  
Clover root curculio injury and vascular decay  
of alfalfa roots. - J. econ. Ent. 61, 1163-1168
- Dickler, E. (1968):  
Untersuchungen zur Besiedlung von wiesennahen  
Leguminosenkulturen durch Rüsselkäfer. -  
Z. angew. Zool. 55, 129-192
- Divoux, R. und Brousse, P. (1967):  
Les ennemis du pois de conserve dans le Nord de  
la France. - Rhytma 19, 35-40. (Nach Rev. appl.  
Ent. 56, 528, 1968)

- El-Dessouki, S.A. and Hosny, M.M. (1969):  
Host-plants, symptoms of infestation and certain characteristics of Empoasca spp. (Jassidae) in the Cairo area, U.A.R. - Z. angew. Ent. 63, 272-281
- Farrar, M.D. and Anderson, G.M. (1953):  
A new pest of blue lupine. - J. econ. Ent. 46, 169-170
- Fritzsche, R. und Wolffgang, H. (1959):  
Beeinflussung des Saatgutwertes und der Backqualität des Weizens durch Weizengallmückenbefall. - Z. Pflkrankh. Pflpath. Pflschutz 66, 645-653
- Fritzsche, R., Wolffgang, H. und Opel, H. (1964):  
Einfluß von Wurzelgallenälchen auf Stoffwechseltvorgänge bei Tomaten. - Nachr. Bl. Dt. Pflanzenschutzd. (Berlin) N.F. 18, 25-27
- (1966):  
Einfluß von Ditylenchus dipsaci Kühn auf einige Stoffwechseltvorgänge bei Tabak. - Pharmazie 21, 439-442
- Geiler, H. (1960):  
Zur Phänologie und Ökologie der in mittel-deutschen Luzernebeständen vorkommenden Insekten, unter besonderer Berücksichtigung der Coleopteren. - Z. angew. Ent. 47, 128-136
- (1964):  
Über witterungsbedingte Fluktuationen der Evertebratenfauna von Luzernebeständen mit besonderer Berücksichtigung des Epigaions und des Dürrejahres 1959, Teil II. - Z. Pflkrankh. Pflpath. Pflschutz 71, 450-464
- (1967):  
Die Coleopteren des Luzerne Epigaions von Nordwestsachsen. - Faunistische Abhandlungen. Staatliches Museum f. Tierkunde in Dresden 2, 19-36
- Georg, K.S. (1962):  
Root nodule damage by larvae of Sitona lineatus L. and its effect on yield of green peas. - Plant. Path. 11, 172-176
- Goffart, H. (1951):  
Nematoden der Kulturpflanzen Europas. - Verlag Paul Parey, Berlin, 144 s.

- Goffart, H. (1959):  
Untersuchungen über einen Befall durch Stengel-  
älchen (*Ditylenchus dipsaci*) an Futterrüben. -  
Anz. f. Schädlkd. 32, 21-23
- Grossheim, N.A. (1928):  
Materials for study of the genus *Sitona* Germ.  
(In Russian). - Bull. Mleev. Hort. Expt. Sta.  
17, 1-57. (Nach Rev. appl. Ent. 17, 434, 1929)
- Hans, H. (1959):  
Beiträge zur Biologie von *Sitona lineatus* L. -  
Z. angew. Ent. 44, 343-386
- (1961):  
Termination of diapause and continuous labora-  
tory rearing of the sweet clover weevil *Sitona*  
*cylindricollis* Fahr. - Ent. exp. appl. 4, 41-46
- Hayashi, I. (1961):  
The effect of gibberellin treatment on the  
photosynthetic activity of plants. - Plant  
growth regulation, Fourth International Con-  
ference on Plant growth Regulation The Iowa  
State University Press, Ames, Iowa, U.S.A.
- Heilenz, S., Höfner, W. und Neumann, K.H. (1966):  
Biochemisches Praktikum. Inst. f. Pflanzener-  
nährung, Univ. Giessen
- Herron, J. C. (1953):  
Biology of sweetclover weevil and notes on the  
biology of the clover root curculio. - Ohio  
J. Sci. 53, 105-112
- Jackson, D.J. (1920):  
Bionomics of weevils of the genus *Sitona*  
injurious to leguminous crops in Britain. Part I.-  
Ann. appl. Biol. 7, 269-298
- (1921):  
Notes on the distribution of weevils of the  
genus *Sitona* in the north of Scotland. -  
Scottish Naturalist, (119-120), 178.  
(Nach Rev. appl. Ent. 10, 177, 1922)
- (1922 a):  
Bionomics of weevils of the genus *Sitona*  
injurious to leguminous crops in Britain. Part II.-  
Ann. appl. Biol. 9, 93-115
- (1922 b):  
Further observation on *Sitona lineatus* L. -  
Ann. appl. Biol. 9, 69-71

Jansen, H. (1969):

Grundlagen und Fortschritte in Garten- und Weinbau (H. 119), 135 S., Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart

Jenkins, J. R. (1926):

Notes on the insects pests of red clover in Mid and West Wales. - The Welsh J. of Agriculture 2, 221-228

Jewett, H.H. (1934):

The clover curculio. - Cric. Kentucky agric. Exp. Sta. 42, 15-23. (Nach Rev. appl. Ent. 23, 418, 1935)

Jones, F.G.W. and Jones, M. (1966):

Pests of field crops. - Edward Arnold, London, 406 pp.

Kent, N.L. (1958):

The relation of frit-fly attack to the milling quality of oats. - Ann. appl. Biol. 46, 482-485

Király, Z., El Hammady, M. and Pazsár, B.I. (1967):

Increased cytokinin activity of rust-infected bean and broad bean leaves. - Phytopathology 57, 93-94

Klinkowski, M., Mühle, E. und Reinmuth, E. (1968):

Krankheiten und Schädlinge Gärtnerischer Kulturpflanzen. - Phytopathologie und Pflanzenschutz 3, 139-141

Kloft, W. (1960):

Wechselwirkungen zwischen pflanzensaugenden Insekten und dem von ihnen besogenen Pflanzengewebe I. Teil. - Z. angew. Ent. 45, 337-381

----- (1960):

Wechselwirkungen zwischen pflanzensaugenden Insekten und den von ihnen besogenen Pflanzengeweben II. Teil. - Z. angew. Ent. 46, 42-70

König, K. (1969):

Die Fritfliege auf Mais. - Pflanzenschutzinformationen 20, 1969

Kutter, H. (1934):

Die Bekämpfung der Konservenerbsenschädlinge im St. gallischen Rheintal. - Landw. J. b. Schweiz 48, 1133-1172. (Nach Rev. appl. Ent. 23, 159, 1935)

- Laü, N. E. and Filmer, R. S. (1959):  
Injury of clover root curculios to red clover  
in New Jersey. - J. econ. Ent. 52, 1155-1156
- Leach, C. M., Dickason, E.A. and Gross, A.E. (1961):  
Effects of insecticides on insects and  
pathogenic fungi associated with alsike clover  
roots. - J. econ. Ent. 54, 543-546
- (1963):  
The relationship of insects, fungi and nematodes  
to the deterioration of roots of Trifolium  
hybridum L. - Ann. appl. Biol. 52, 371-385
- Lehmann, H. (1935):  
Luzerneschädlinge. 4. Blattschädlinge. - Z. '  
Pflkrankh. Pflpath. Pflschutz 45, 416-431
- Linser, H. (1954):  
Hormonale Formbildung bei Pflanzen. - Medizin  
heute 3, 146-148
- Linser, H. (1967):  
Das Wachstum lebender Systeme. - Umschau (H. 12)  
381-387
- Linser, H., Frohner, W. und Kirschner, R. (1953):  
Formbildende Wirkungen von Wuchsstoffen. -  
Phyton 3, 53-107
- (1955):  
Veränderungen von Blattmorphologie und Blatt-  
folge bei Phenoxycyessigsäurederivaten. - Ber.  
dtisch. bot. Ges. 68, 46-51
- Linser, H. und Kiermayer, O. (1958):  
Pflanzliche Formbildung - experimentell ge-  
steuert. - Naturwiss. Rundschau 11, 47-51
- Linser, H. und Kirschner, R. (1957):  
Zur Beeinflussung der Blattbildung durch  
Morphoregulatoren. I. Die Einwirkung von 2,4-  
Dichlorophenoxycyessigsäure auf Eredium cicutar-  
ium. - Planta 50, 211-237
- Linser, H., Kirschner, R. und Jarosch, R. (1957):  
Zur Beeinflussung der Blattbildung durch Mor-  
phoregulatoren. II. Formbildende Wirkungen ver-  
schiedener Stoffe bei Trifolium pratense. -  
Planta 50, 238-249

- Manglitz, G.R., Anderson, D.M. and Gorz, H.J. (1963):  
Observations on the larval feeding habits  
of two species of *Sitona* (Curculionidae) in  
sweet clover fields. - Ann. Ent. Soc. of  
America 56, 831-835
- Markkula, M. and Köppä, P. (1960):  
The composition of the *Sitona* (Col. Curculioni-  
dae) population on grassland legumes and some  
other leguminous plants. - Ann. Ent. Fenn. 26,  
246-263
- Marshall, G.E. and Wilbur, D.A. (1934):  
The clover root curculio (*Sitona hispidulus*  
Fab.) in Kansas. - J. econ. Ent. 27, 807-814
- Martelli, G.M. (1964):  
Notizie su due *Sitona* delle leguminose  
(*Sitona lineatus* L., e *S. limosus*, Rossi)  
Coleoptera Curculionidae. - Sci. Tec. agrar.  
4, 15 (Nach Rev. appl. Ent. 53, 270-271, 1965)
- Mathur, R.B. and Pienkowski, R.L. (1967 a):  
Effect of alfalfa weevil feeding on alfalfa  
quality. - J. econ. Ent. 60, 601-602
- (1967 b):  
Influence of adult meadow spittlebug feeding  
on forage quality. - J. econ. Ent. 60, 207-209
- Mayer, K. (1965):  
Qualitätsveränderungen pflanzlicher Erzeugnisse  
durch Pflanzenkrankheiten und Schädlinge. -  
Ges. Pflanzen 17, 91-102
- Miles, P.W. (1968):  
Insect secretions in plants. - Ann. Rev.  
Phytopath. 6, 137-164
- Miller, B.S. and Halton, P. (1961):  
The damage to wheat kernels caused by the  
wheat blossom midge. - Food Agric. 12, 391-398
- Müller, H. (1963):  
Zur Populationsdynamik von *Sitona* Germ. (Cur-  
culionidae) auf Luzerne und RötKlee unter be-  
sonderer Berücksichtigung entomophager Para-  
sit. - Zool. Jb. Syst. 90, 659-696
- Munro, J.A., Bry, B.E. and Stephenson, R.L. (1951):  
Weevil larvae prey on sweetclover rootlets. -  
North. Dakota Bi-Monthly Bull. 13, 236

- Nehring, G.K. (1960):  
Agrikulturchemische Untersuchungsmethoden  
für Dünge- und Futtermittel, Böden und Milch. -  
Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin, 82-88
- Parihar, N.S. (1962):  
Hormonal control of plant growth. - U.P.  
Scientific Res. Committee, Alla habad, India,  
90 pp.
- Phillips, W.C. and Ditman, L.P. (1962):  
Studies on biology economic importance of the  
clover root curculio Sitona hispidula (Fab.)  
in Maryland. - Agric. Exp. Station. Bull. (A-  
121) 1-16
- Prescott, H.W. and Reehr, M.M. (1961):  
Leaf weevil - an introduced pest of legumes  
in the Pacific Northwest. - U.S.D. Tech.  
Bull. 1232, 12. (Nach Rev. appl. Ent. 50, 134,  
1962)
- Rezwani, A. (1970):  
Vergleichende Untersuchungen über Ökologie,  
Biologie und Verhalten verschiedener Sitona-  
Arten. - Dissertation Giessen, 80 S.
- Russel, E.W. (1961):  
Soil conditions and plant growth. - 9 th.  
ed. 688 pp. Longmans, London
- Rye, E.C. (1865):  
Extract from M. Allard's paper on Sitones. -  
Entomologist's Monthly Magazine 1, 205-208  
und 229-232
- Sakharov, N., Pilyvgina, O. and Ginsburg, D. (1934):  
The weevils of genus Sitona attacking leguminous  
plants and their control (In Russian). - Grain  
Prod. J. 4, 75-83. (Nach Rev. appl. Ent. 23,  
76-77, 1935)
- Scherf, H. (1960):  
Progressive Eiverfärbung bei Curculioniden und  
ihre Problematik. - Zool. Anz. 165, 47-54
- (1964):  
Die Entwicklungsstadien der mitteleuropäischen  
Curculioniden (Morphologie, Bionomie, Ökologie). -  
Abh. Senckenb. naturf. Ges. (506), 1-335
- Schnell, W. (1955):  
Synökologische Untersuchungen über Rüsselkäfer  
der Leguminosenkulturen. - Z. angew. Ent. 37,  
192-238

- Stein, W. (1967):  
Die Rüsselkäferfauna des Grünlandes und ihre  
phytopathologische Bedeutung. - Z. angew. Ent.  
60, 3-59 und 141-181
- Thompson, L.S. and Willis, C.B. (1967):  
Distribution and abundance of Sitona hispidulus  
(F.) and the effect of insect injury on root  
decay of red clover in the maritime provinces. -  
Canad. J. Plant Sci 47, 435-440
- Turner, E.C. (1957):  
Control of the clover root curculio on alfalfa.-  
J. econ. Ent. 50, 645-648
- Ulashkevitch, M.I. (1935):  
Nodule weevils of the species Sitona lineata L.  
and Sitona crinita Hbst. (in Ukrainian). -  
Vinnitza reg. agric. Exp. Sta. 23, 75. (Nach  
Rev. appl. Ent. 24, 452-454, 1936)
- Wildermuth, V.L. (1910):  
The clover-root curculio (Sitona hispidulus  
Fab.). - M. S. Dept. Agric., Bur. Ent. Bull.  
85, 29-38
- Winter, G.A. (1952):  
Untersuchungen über die Aufnahme von Penicillin  
und Streptomycin durch die Wurzeln von Lepidium  
sativum L. und ihre Beständigkeit in natürlichen  
Böden. - Z. Bot. 40, 153
- Wolffgang, H. und Fritzsche, F. (1966a):  
Einfluß eines Befalls von Ditylenchus dipsaci  
(Kühn) Filipjev an Digitalis purpurea L. auf  
den Gehalt der Blätter an Glykosiden. - Phar-  
mazie 21, 629-633
- (1966b):  
Einfluß von Ditylenchus dipsaci-Befall bei  
Digitalis purpurea L. auf den Gehalt der Blät-  
ter an Stickstoffverbindungen und reduzierenden  
Zuckern. - Pharmazie 21, 633-634
- Yakhontov, U.A. (1935):  
Contribution to the biology and economic impor-  
tance of the beetles of genus Sitona Germ.  
pests of luzerne in Central Asia (in Russian). -  
Sotz. Nauka Tekhn. 3, 53-59. (Nach Rev. appl.  
Ent. 24, 747, 1936)
- Ziemann, H. (1959):  
Zur Ökologie der an Luzerne schädlich auftre-  
tenden Rüsselkäfer. - Wiss. Z. d. Karl-Marx-  
Univ. Leipzig 8, 217-231



Meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Professor Dr. W. Stein, danke ich für die Überlassung des Themas, die vielfältigen Anregungen, Unterstützungen und das stete Interesse am Fortgang der Arbeit.

Dem Direktor des Institutes, Herrn Professor Dr. F. Großmann, danke ich, daß er mir einen Arbeitsplatz in seinem Institut überlassen hat.

Ich möchte mich weiterhin bei allen Institutsangehörigen für die freundliche Aufnahme im Institut und für die entgegenkommende Unterstützung aller meiner Arbeiten bedanken.

Herrn Professor Dr. H. Linser und seinen Mitarbeitern bin ich für wertvolle Anregungen und Literaturhilfen zu Dank verpflichtet.

Mein Dank gilt ferner Herrn Dr. G. Müller (Abt. f. Biometrie) für die Unterstützung bei der statistischen Auswertung der Versuche.

Ich danke auch dem Deutschen Akademischen Austauschdienst für die finanzielle Förderung der Arbeit und der "Faculty of Agriculture; Alazhar University" in Kairo für das großzügige Entgegenkommen, mich für die Durchführung der Arbeit zu beurlauben.



### Lebenslauf

28. 11. 1940 wurde ich als Sohn des Lehrers Abd El-Hamid und seiner Ehefrau Amina Ewida in Kafr El-Sheikh (VAR) geboren.
- 1946-1958 besuchte ich die Schule; zunächst die primary school, anschließend die preparatory school in Kafr El-Sheikh und schließlich die Mohamed Farid secondary school in Kairo, wo ich mein Abitur im Zweig Naturwissenschaften machte.
- 1958-1962 habe ich mein Studium mit B. Sc. agr. "econ. Entomology" mit sehr gut "2 nd. Honours" an der Landwirtschaftlichen Fakultät, Ain Shams Universität, Kairo abgeschlossen.
- Okt. 1962 - Dez. 1962 hatte ich eine Stelle als Assistent für Entomologie an der Zagazig Hochschule für Landwirtschaft.
- Dez. 1962 - Juni 1963 bekam ich ein Stipendium des "National Research Centre, Entomology Department" in Kairo.
- Von Juni 1963 bis jetzt (z. Z. beurlaubt) bin ich als Assistent für Entomologie an der Landwirtschaftlichen Fakultät der Alazhar Universität, Kairo.
- Febr. 1963 - Mai 1965 führte ich meine Untersuchungen zum Erwerb des M. Sc. (Entomology)-Grades an der Ain Shams Univ. durch.  
Thema der Arbeit war: Ecological and Biological Studies on Leaf-hoppers (Jassidae) in Egypt, U.A.R.).

Im Nov. 1965 begann ich an der gleichen Universität mit einer Arbeit zur Erlangung des Ph. D.- Grades (Thema: Taxnometrical and biological Studies on Collombola in U.A.R.). Nach Erhalt des DAAD Stipendiums brach ich diese Arbeit aber ab.

Ab Mai 1966 hatte ich ein Stipendium vom DAAD in Deutschland.

Mai 1966 - Nov. 1966 besuchte ich den Deutschkurs im Goethe-Institut, Rothenburg o. d. T.

Nov. 1966 bis Febr. 1967 studierte ich ein Semester an der Landwirtschaftlichen Fakultät der Universität Bonn.

Ab Mai 1967 begann ich im Institut für Phytopathologie der Universität Gießen mit der vorliegenden Arbeit.



FOTO-DRUCK LENZ · 63 Gießen · Riegelpfad 32/Ecke Ludwigstraße  
Telefon 0641-77449